



**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE**

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
GEÓGRAFO Y DEL MEDIO AMBIENTE**

**AUTOR: KARINA ZANIPATÍN BOADA**

**TEMA: MODELAMIENTO DE CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD  
DE MACHACHI PARA LA PLANIFICACIÓN  
DE SERVICIOS BÁSICOS CON EL USO DE HERRAMIENTAS SIG**

**DIRECTOR: ING. RODOLFO SALAZAR  
CODIRECTOR: ING. PABLO PÉREZ**

**SANGOLQUÍ, JUNIO 2014**

**Ing. RODOLFO SALAZAR**

**Ing. PABLO PÉREZ**

**CERTIFICAN**

Haber revisado el Informe Final del proyecto de Grado titulado MODELAMIENTO DE CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE MACHACHI PARA LA PLANIFICACIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS CON EL USO DE HERRAMIENTAS SIG, presentado por Karina de Lourdes Zanipatín Boada, el cual se ajusta a las normas establecidas por la Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente, de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, por lo que se aprueba su presentación para los fines legales pertinentes.

f. \_\_\_\_\_

**Ing. SALAZAR RODOLFO**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. PÉREZ PABLO**

## **AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Por medio del presente estudio, incluyendo mi firma certifico que mi tesis es el resultado de mi trabajo. He citado todas las fuentes que he utilizado en mi tesis y en todos los casos he indicado su origen.

**Sangolquí, junio 2014**

---

**Zanipatín Boada Karina de Lourdes**

## **AUTORIZACIÓN**

Autorizo a la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE, la publicación en la biblioteca virtual de la institución, del trabajo MODELAMIENTO DE CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE MACHACHI PARA LA PLANIFICACIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS CON EL USO DE HERRAMIENTAS SIG, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

**Sangolquí, junio del 2014**

---

**Zanipatín Boada Karina de Lourdes**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este estudio a quienes han sido mi razón de superación, por su amor y apoyo incondicional, y enseñarme a siempre ser feliz y mejor ser humano cada día de mi vida.

**MI PADRE, MI MADRE Y MIS HERMANOS**

***CUANDO EL DESTINO ACTÚA MISTERIOSAMENTE SOLO ES  
LA VIDA SIGUIENDO SU CURSO***

**AGRADECIMIENTO**

A mi Padre por brindarme a lo largo de mi vida su amor y fortaleza, de quien he aprendido lo más valioso de un ser humano, a ser humilde por sobre todas las cosas, por ser el mejor hombre del mundo quien me dio a la mejor madre del mundo, madre y amiga para toda mi vida.

Al ingeniero Pablo Pérez, Ingeniera Oliva Atiaga y Coronel Rodolfo Salazar, Catedráticos de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, por su gran aporte científico, grandes educadores y ejemplo a seguir para las generaciones.

Al Ingeniero Juan Francisco Gallo, Director de Geomática y Catastros del GAD Mejía y sobre todo por su amistad y apoyo incondicional, durante y después de los años que trabaje junto a él.

A la Ingeniera Janisse Romero y Washington Moreira, por su valiosa amistad y gran apoyo técnico.

A mi tía Verónica Espinosa, quien siempre ha estado junto a mí con sus consejos para seguir adelante, culminar los objetivos y metas y sobre todo ser feliz.

## ÍNDICE

<b>1. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....</b>	<b>6</b>
1.1 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS .....	6
1.2 METAS .....	7
1.3 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	8
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
2.1 LA PLANIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE MACHACHI COMO ANTECEDENTES PARA LA EXPANSIÓN URBANA .....	9
2.2 EL PROBLEMA DE LA CIUDAD, CLASIFICACIÓN URBANO-RURAL Y LA EXPANSIÓN URBANA .....	27
2.3 EL MODELO DE CIUDAD CON COBERTURAS DE INFRAESTRUCTURA. ....	31
2.4 TEORÍA DE MODELOS, EL TERRITORIO Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA .....	36
<b>3. ELABORACIÓN DEL PLANO BASE A ESC. 1:5000 .....</b>	<b>44</b>
3.1 RESTITUCIÓN ADQUIRIDA Y PROPORCIONADA POR LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DEL CANTÓN MEJÍA .....	50
3.2 INGRESO Y EDICIÓN DE CARTOGRAFÍA DIGITAL.....	57
3.3 ACTUALIZACIÓN DE CARTOGRAFÍA DIGITAL CATASTRAL, MEDIANTE EL PROYECTO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN CATASTRAL DE LA DIRECCIÓN DE AVALÚOS Y CATASTROS.....	67
3.3.1 Métodos utilizados para el Levantamiento Catastral.....	68
3.3.2 La Actualización Cartográfica .....	73
3.4. GENERACIÓN DEL MAPA BASE A ESCALA 1:5000.....	84
<b>4. DISEÑO, ESTRUCTURACIÓN Y GENERACIÓN DE LA GEODATABASE .....</b>	<b>85</b>
4.1 MODELO DE DATOS GEOGRÁFICOS .....	88
4.1.1 Modelo Conceptual .....	89
4.1.2 Modelo Lógico.....	94
4.1.3 Modelo Físico.....	99
4.2 DISEÑO DEL MODELO DE DATOS .....	101
<b>5. VARIABLES FÍSICAS Y SOCIO-ESPACIALES Y GENERACIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA A ESC. 1:5000.....</b>	<b>108</b>
5.1 VARIABLES FÍSICAS .....	108
5.1.1 Uso de Suelo .....	108
5.1.2 Red Vial .....	112
5.1.3 Servicios Básicos.....	112
5.2 VARIABLES SOCIO-ESPACIALES.....	114
5.2.1 Unidades de Tratamiento Territorial.....	114
5.2.2 Densidad de Población .....	116

5.2.3	Ocupación del Suelo .....	125
<b>6.</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DEL MODELO CARTOGRÁFICO DE CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE MACHACHI, PARA LA PLANIFICACIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS .....</b>	<b>129</b>
6.1	MODELO CARTOGRÁFICO .....	129
6.2	INTEGRACIÓN DE LOS CRITERIOS .....	133
6.3	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	136
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>139</b>
7.1	CONCLUSIONES.....	139
7.2	RECOMENDACIONES.....	140
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>143</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
	ANEXO 1. CLASES QUE INTEGRAN CADA UNO DE LOS DATASET DEL MODELO CONCEPTUAL Y LA GEOMETRÍA DEFINIDA PARA CADA UNA DE ELLA .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
	ANEXO 2. DICCIONARIO DE DATOS DEL MODELO GEOGRÁFICO CONSTRUIDO PARA EL MODELAMIENTO DE CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE MACHACHI PARA LA PLANIFICACIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
	ANEXO 3. PLANOS .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>



## RESÚMEN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una importante herramienta en las tareas de planificación y ordenación del territorio, con la ayuda de los SIG se ha creado un modelo cartográfico en una geodatabase (GDB) como una base más sólida para definir el futuro de poblaciones y lugares, en cuanto a la distribución espacial de las personas, la disposición de espacios geográficos, infraestructura, plantea al territorio como marco integrador en el que interactúan implicaciones físicas y sociales de las actividades humanas, y de esta manera evaluar la sostenibilidad del territorio en el futuro. Este estudio pretende aportar una herramienta técnica en base a criterios analizados y ponderados como uso del suelo, red vial, servicios básicos, ocupación del suelo y densidad poblacional, que generaron Áreas de Crecimiento Urbano que soporten de manera eficiente y oportuna el proceso de toma de decisiones en la planificación, gestión y evaluación de políticas con enfoque territorial ordenado.

### **Palabras Claves:**

Criterios Catastrales

Crecimiento Urbano

Geodatabase

Modelo cartográfico

Sistemas de Información Geográfico

## ABSTRACT

The Geographic Information Systems (GIS ) are important tools in the tasks of planning and land use, with the help of GIS a mapping model has been created in a geodatabase (GDB ) as a solid basis for defining future populations and places, in terms of the spatial distribution of individuals, the provision of geographic spaces , infrastructure, raises the territory as a framework in which physical and social implications of human activities interact, and thus assess the sustainability of the territory in the future . This study aims to provide a technical tool based on analyzed and weighted criterias as, land use roads, utilities, land use and population density, generating Urban Growth Areas that support efficient and timely manner making process decisions in the planning, management and policy appraisal ordered territorial approach.

### **Keywords:**

Cadastral Criteria

Urban Growth

Geodatabase

Cartographic Model

Geographic Information Systems

## **MODELAMIENTO DE CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE MACHACHI PARA LA PLANIFICACIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS CON EL USO DE HERRAMIENTAS SIG**

### **Antecedentes**

El cantón Mejía se constituye actualmente en uno de los principales centros de Producción Agropecuaria y de intercambio comercial de la Sierra - Norte del país. Su importancia radica en su ubicación estratégica en el contexto nacional, es el primer centro de integración de la red vial a nivel nacional al constituirse en un punto de integración regional: costa y sierra.

La ciudad de Machachi al ser su principal centro urbano, es la cabecera cantonal y la parroquia urbana más desarrollada del territorio jurisdiccional, constituyéndose en uno de los centros de acopio y de intercambio comercial más importantes de la provincia de Pichincha, por lo que es necesario un correcto manejo de su espacio territorial, para contar con un centro urbano planificado y ordenado, con un crecimiento regulado y sostenido.

El gobierno local interesado por el Ordenamiento Territorial-Urbano cuenta ya con un Plan Estratégico de Ordenación Urbanística (2000 - 2004), un Plan de Uso y Ocupación del Suelo del Cantón Mejía (2008), y un Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Mejía (2011) que se ha formulado como un primer intento de reflexión integral de las diferentes problemáticas que el cantón enfrenta en busca de una alternativa de desarrollo sustentable, pero es necesario que el Municipio a

través de más instrumentos de planeamiento territorial elaborados mediante procesos técnicos de organización del territorio y su manejo urbanístico, identifique y defina las acciones físicas, institucionales y reglamentarias con el fin de mejorar la calidad de vida urbana de la población local a través de la conformación de una ciudad que preste las condiciones necesarias de habitabilidad, infraestructura, equipamiento, servicios, y que su entorno preserve y conserve sus recursos naturales.

Por lo que la planificación del Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi, para la dotación de Servicios Básicos, mediante un Modelamiento Territorial, deberá constituir un instrumento planificador que debe plantear el manejo de la dinámica de transformación urbana y territorial con relación a su proceso de desarrollo, mediante la delimitación de áreas de la ciudad para la expansión territorial, en las que se determinan: el carácter general de las actuaciones territoriales, la distribución espacial de ocupación y usos de suelo, red vial y servicios básicos.

Es decir, los planteamientos que se desarrollara en el presente estudio sobre el Modelamiento del Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi para la Planificación de Servicios Básicos con su complemento en las Normas de Arquitectura y Urbanismo constituirá uno de los pilares fundamentales a partir del cual, se podrá elaborar el Instrumento

Planificador Territorial, con el objetivo de administrar el territorio con miras a crear un entorno físico, espacial y funcional adecuado.

Y ya que la tierra urbana no es un bien que se puede reproducir de manera ilimitada, y se encuentra en un proceso dinámico que implica una anticipación racional respecto de los ritmos y modos de construcción de la ciudad y de su entorno, la regulación de los asentamientos poblacionales deberá ser un factor importante para contrarrestar efectos degradantes para el territorio y alcanzar metas de desarrollo urbano sostenible.

Por lo que se debe construir un pacto generacional de política urbano-rural garantizando niveles de sustentabilidad socio-ambiental para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las de las generaciones futuras y así mejorar la calidad de vida urbana de la población local, en un modo de actuar que articule crecimiento económico, equidad social y equilibrio ecológico, y que tienda al desarrollo autogestionado.

### **Justificación**

El Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi para la Planificación de Servicios Básicos con el Uso de Herramientas SIG, será un instrumento de Información y Planificación de la ocupación de la propiedad inmobiliaria, mediante la delimitación de áreas de incorporación

urbana que constituirán zonas de aprovechamiento territorial, que facilitará la toma de decisiones y la solución de conflictos.

Es un hecho que la población urbana experimenta una expansión, por lo que la planificación sostenible de ciudades es un elemento estratégico para el bienestar común de la sociedad. La incorporación de áreas territoriales y urbanas es imprescindible para un desarrollo sostenible y ordenado con una constante necesidad de infraestructura vial, servicios básicos, equipamientos urbanos y otras consecuencias demandadas por el crecimiento urbano.

La predicción del crecimiento urbano se basa en la dinámica de uso y ocupación del suelo y su relación con algunos factores sociales como la proximidad espacial a líneas de transporte existentes, servicios básicos y de los centros urbanos, y ya que existe una correlación relevante entre varias variables y el fenómeno de crecimiento urbano, construiremos un modelo que nos muestre cómo, dónde y cuánto va a crecer el área urbana en los próximos años.

En este sentido la simulación de escenarios futuros con los Sistema de Información Geográfica, nos es de gran ayuda, para la formulación de planes coherentes de ordenación de territorial.

A través de este instrumento se plantea el manejo de la dinámica de transformación urbana y territorial con relación a su proceso de desarrollo. Se trata de disponer de un instrumento planificador que partiendo de una estrategia conduzca el proceso de estructuración y consolidación de la ciudad de Machachi y su territorio.

Actualmente la definición de los ámbitos de ocupación del suelo se realiza desde la comprensión de la ciudad como un hecho histórico y una realidad morfológica heterogénea, mas no territorial como debería ser y ya que la capacidad de acogida del territorio cambia en el espacio, el presente estudio actuará como un instrumento planificador territorial, el cual deberá tener un papel preponderante en el territorio.

Y ya que el territorio debe ser estudiado en su conjunto, nos es de gran ayuda los actuales avances en las tecnologías de la información que posibilitan el uso de diversas técnicas de modelización en los sistemas más complejos. Los modelos constituyen una representación simplificada del mundo real que puede expresarse en una gran diversidad de formas. La modelización ha progresado desde los más simples modelos estadísticos hacia otros más complejos, es así que a partir del modelo que se desarrollara en el presente estudio y mediante la utilización de herramientas GIS (Sistemas de Información Geográfico) podremos realizar predicciones espaciales del territorio que servirá de base para la incorporación de áreas de expansión urbana.

## **Alcance**

El presente estudio del Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi, se desarrollara en base a los sistemas de tratamientos territoriales, ocupación y uso del suelo, densidad poblacional, red vial y servicios básicos que serán identificados y analizados en el área urbana y urbanizable de la ciudad de Machachi, los mismo que nos permitirá establecer y desarrollar el modelo y mediante la utilización de herramientas GIS obtendremos la propuesta de Crecimiento Urbano, con sus áreas de incorporación como un instrumento planificador territorial y así mejorar la calidad de vida de la población.

## **1. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO**

### **1.1 Objetivos Generales y Específicos**

Los objetivos del presente estudio son:

- Construir el Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi para la Planificación de Servicios Básicos con el Uso de Herramientas SIG.
- Diseñar y Estructurar la Geodatabase para el Modelo de Crecimiento Urbano de la ciudad de Machachi.



- Generar el Mapa Base y la Información Temática de Uso de Suelo, Red Vial, Servicios Básicos, Ocupación de Suelo y Densidad Poblacional de la ciudad de Machachi.
- Diseñar y Construir el Modelo Cartográfico de Crecimiento Urbano de la ciudad de Machachi, para la Planificación de Servicios Básicos.
- Presentar una herramienta de información que entregue lineamientos y determinaciones con la finalidad de formular las áreas de expansión urbana que servirá de base para la Planificación Territorial de Servicios Básicos. (Mapa de Áreas de Expansión Urbana de la ciudad de Machachi, para la Planificación de Servicios Básicos)
- Analizar los resultados obtenidos del Modelo Cartográfico de Crecimiento Urbano de la ciudad de Machachi, para la Planificación de Servicios Básicos, según las características existentes en la zona urbana de la ciudad de Machachi.

## **1.2 Metas**

Las metas del presente estudio son:

- Una Geodatabase para el Modelo de Crecimiento Urbano de la ciudad de Machachi.
- Un Mapa Base de la ciudad de Machachi, para la Planificación de Servicios Básicos. Esc. 1:5000.
- Un Mapa de Uso del Suelo de la ciudad de Machachi, para la Planificación de Servicios Básicos. Esc. 1:5000.

- Un Mapa de Red Vial de la ciudad de Machachi, para la Planificación de Servicios Básicos. Esc. 1:5000.
- Un Mapa de Servicios Básicos de la ciudad de Machachi, para la Planificación de Servicios Básicos. Esc. 1:5000.
- Un Mapa de Ocupación del Suelo de la ciudad de Machachi, para la Planificación de Servicios Básicos. Esc. 1:5000.
- Un Mapa de Densidad Poblacional de la ciudad de Machachi, para la Planificación de Servicios Básicos. Esc. 1:5000.
- Un Mapa de Áreas de Crecimiento Urbano de la ciudad de Machachi, para la Planificación de Servicios Básicos. Esc. 1:5000.
- Un Modelo Cartográfico de Crecimiento Urbano de la ciudad de Machachi.
- Un Mapa de Áreas de Crecimiento Urbano de la ciudad de Machachi, para la Planificación de Servicios Básicos. Esc. 1:5000.

### **1.3 Localización geográfica**

#### **Aspecto Físico**

Provincia: Pichincha

Cantón: Mejía

Parroquia: Machachi

Superficie área urbana: 741.36 ha

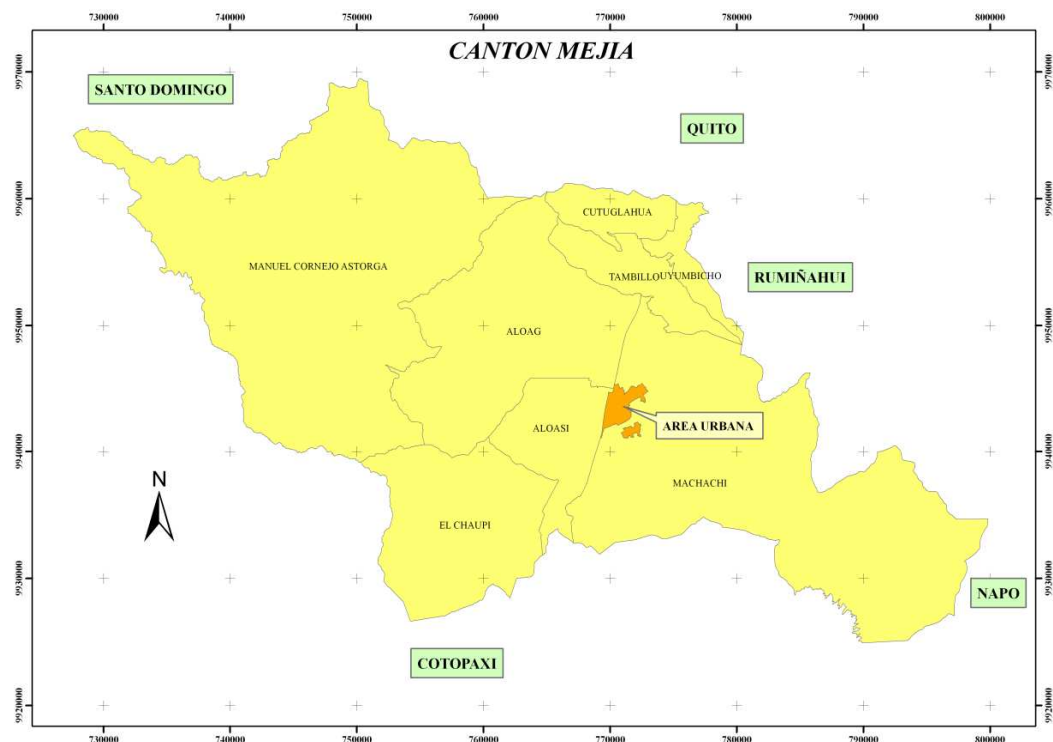
Altitud: 2940 msnm

## Aspecto Demográfico

Población: 25.240 hab. Aprox. (año 2007)

## Límites

Límites área urbana: Reforma a la ordenanza publicada en los Registros Oficiales No 697 y 957 del 1 de junio de 1987 y 15 de junio de 1988 respectivamente.



**Figura 1.** Ubicación del Área Urbana de la Ciudad de Machachi

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 La Planificación y Características del Proceso de Desarrollo Urbano de la ciudad de Machachi como antecedentes para la Expansión Urbana

Los intentos realizados por la Municipalidad de Mejía de empezar procesos de planificación para orientar el crecimiento y desarrollo de la ciudad con miras a alcanzar una mejor calidad de vida, son necesarios considerarlos como antecedentes para la formulación del Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi para la Planificación de Servicios Básicos.

### **Evolución Histórica**

A pesar que ciertos cronistas e historiadores hayan hablado de núcleos urbanos del cantón Mejía antes del siglo XIX y que los mapas, documentos y algunas trazas urbanas ponen en evidencia la existencia de estos centros poblados. No hay suficientes datos que puedan ser el punto de partida para un análisis histórico de desarrollo urbano antes de 1875.

Sin embargo la historia hace referencia que los primeros aborígenes del valle de Machachi fueron los Panzaleos. Cabe destacar que la cultura de los Panzaleos fue la más antigua que se estableció en el Ecuador Interandino y se establecieron en el valle de Machachi.

Posteriormente Machachi fue testigo a través del tiempo de la llegada de grandes olas de inmigración extranjera procedentes de diversas regiones de América.

En el siglo XV llegaron los Incas, y a fines de este mismo siglo, los españoles. De esta manera la región de Machachi fue el crisol donde se fundieron muchas razas venidas de diversos sitios del continente.

Los Españoles establecen tres asentamientos poblacionales de acuerdo a un trazado urbano, por un lado, nacen las tres parroquias eclesiásticas: San Blas de Alóag, Santa Ana de Aloasí y Santiago de Machachi y por otro lado, se desarrolla un centro demográfico, el cual ira cobrando una hegemonía política y administrativa, Machachi.

La primera forma de propiedad privada la instituyo el rey, sobre las tierras que en tiempos precoloniales pertenecían al Estado Inca, sobre estas tierras se dio las primeras propiedades privadas. Estas formas de apropiación de la tierra serán, el inicio de la formación de los grandes latifundios.

Las autoridades virreinales también estaban en capacidad de otorgar y rematar tierras, un ejemplo de este tipo de donaciones seria por ejemplo la hacienda Chisinche. Estas serían las primitivas modalidades de concentración de la tierra y donde se gestan los elementos básicos del sistema HACENDATARIO.

Pasada la primera época de la conquista, estos pueblos se mantienen ligados a la tierra, a sus costumbres, y a la voluntad de vivir solidarios con las etnias cuzqueñas en este entorno del valle de Machachi.

Finalmente se puede decir que la superficie de aproximadamente 1500 Km<sup>2</sup> del actual cantón Mejía antes de 1875 y a finales de la colonia estaba compuesta por enormes extensiones dedicadas a la agricultura de cereales hortalizas y a la cría de ganado vacuno.

Luego los actuales centros parroquiales y el centro urbano de Machachi fueron pequeños asentamientos y aglomeraciones poblacionales. Sin embargo el actual Machachi como se señaló anteriormente ira tomando el rol del mayor centro poblado.

La forma de parcelación y la presencia de los principales elementos urbanos de Machachi así como de la provincia de Panzaleo pueden ser registrados en los esquemas de 1768. Figura 2 y 3



De la época republicana (segundo periodo) se puede hablar con mayor certeza en lo histórico, sin embargo, la ausencia de planos y otros documentos limitan de igual manera un análisis en el campo urbano.

Es el inicio del florecimiento de las grandes ciudades ecuatorianas. Es el período que va estar caracterizado por importantes realizaciones en obra públicas y edilicias, (caminos, puentes, edificios, plazas etc.) Estas realizaciones fueron posibles gracias al auge del comercio interno y externo.

La construcción de caminos, puentes van a permitir a corto plazo el apareamiento de algunos asentamientos y el crecimiento de otros.

En las pequeñas aglomeraciones de la sierra y del cantón Mejía, las transformaciones generadas por el modelo agro-exportador puesto en marcha durante el periodo serán mínimas en razón de la forma de apropiación de la tierra basada en la hacienda, el latifundio y la vigencia del sistema de concertaje impuesto desde la conquista y que sobrevivirá mas allá de los años 60.

Esto condicionará a un lento crecimiento poblacional ya que la zona conservará características rurales ligadas a una producción agrícola de cereales y a una producción ganadera orientada a la industria lechera.



A excepción de Machachi, las otras aglomeraciones no serán más que centros de gestión de las grandes haciendas, lugares de culto y otras el sitio obligado de paso y de conexión de varias rutas nacionales.

La importancia de Machachi como el primer asentamiento poblacional del cantón, permitirá que el 14 de julio de 1883 sea elevada a la calidad de CANTON.

Se conoce a través de *la Monografía del Cantón Mejía* que para 1920, Machachi disponía de una casa municipal, una casa convento de las Hermanas de la Caridad. Existían 43 casas de dos pisos, 350 más o menos de un piso, 1 casa de rastro, 2 escuelas, 3 plazas y 2 pilas. Su construcción era en adobe, y teja. El acceso a la ciudad era a través del ferrocarril y a caballo.

Su núcleo urbano se desarrolló a partir de la Iglesia Central y la Casa Municipal, con dos cuadras alrededor, sus vías principales eran la Av. Amazonas y la calle Guarderas. El río Tahuachi cruzaba la ciudad a la altura del Colegio Nacional Machachi. Otro punto de referencia importante dentro de la ciudad eran los manantiales de las Aguas Minerales de Guitig y de El Timbo (ubicados al norte de la ciudad) y el barrio San José de Tucuso. Alrededor de estos puntos y de la ciudad existían las grandes haciendas ganaderas, las mismas que en su mayoría a nivel cantonal mantienen su extensión porque no se sometieron a la ley de la Reforma

Agraria. El sistema del hacendatario en la zona se mantiene y actualmente se constituyen en un puntal de la economía local, abasteciendo aproximadamente de 860.000 litros de leche diarios a la ciudad de Quito.

Un hecho importante que marco el desarrollo de la nueva fisonomía de la ciudad fue el terremoto ocurrido en el año 1976, lo que provoco la destrucción de parte de las viviendas, movimientos y cambios de las tierras circundantes y el estiaje del río Tahuachi, conocida actualmente como la acequia del Timbo. Posteriormente a esta fecha hasta la actualidad se da un crecimiento de la ciudad, siguiendo la tendencia del país.

El desarrollo urbano ha sido la consecuencia de dos hechos particulares, la apertura de la carretera Aloag-Santo Domingo y la cercanía de la ciudad de Quito.

Los ejes estructurantes de Machachi tienen origen en las antiguas trazas urbanas presentando la trama en damero característica de la retícula usada por los españoles, sin embargo la mayoría de ellos han perdido la calidad espacial dentro de la imagen urbana y han ido siendo paulatinamente desestructurados ante el aumento del flujo vehicular o el incremento de actividades comerciales formales e informales.

Esta trama sin embargo, ha sufrido ciertas modificaciones especialmente a nivel parcelario, pues la antigua parcela rural ha ido

siendo modificada por la fracturación de lotes con una proporción que no obedecen a ninguna regla sino más bien a aquellas impuestas por el mercado del suelo, la especulación y los diversos planes particulares.

### **Plan de Desarrollo Estratégico del Cantón Mejía**

La Municipalidad de Mejía, consciente de la necesidad de modificar el presente con miras de alcanzar un futuro mejor para sus pobladores, inició el camino de la planificación en la administración 2001-2005.

Resolvieron afrontar un proceso de planificación en agosto del 2003, el cual fue técnicamente manejado, democrático y participativo con actividades destinadas a formular el Plan de Desarrollo Estratégico del Cantón Mejía.

En este proceso se realizaron incontables reuniones de trabajo, talleres participativos y dos Asambleas Generales Cantonales, así como las Asambleas realizadas en las siete parroquias rurales, que sumadas a las investigaciones de campo, a los análisis de los estudios existentes, y a la participación de organismos locales, organizaciones y gremios que se hicieron presentes en las diferentes etapas de la planificación cantonal enriquecieron el contenido del Plan Local de Mejía.

Es importante puntualizar, que el cantón contó con un insumo valioso como es el **Plan de Desarrollo de la Provincia de Pichincha**, elaborado por el H. Consejo Provincial en el 2.002 bajo una modalidad participativa muy similar a la propuesta para la elaboración del Plan Cantonal de Mejía.

La cooperación institucional municipal considero la intervención en el ámbito del ordenamiento territorial en la Cabecera Cantonal (Machachi) y en uno de los asentamientos urbanos parroquiales (Aloasí).

La visión de manejo integral que determinó el componente en mención, hizo que luego de varias reuniones y visitas a los sectores, se tome a Machachi y Aloasí como los puntos a ser estudiados e intervenidos a través de las propuestas de desarrollo urbano, dada su cercanía y directa relación de crecimiento, que hace que prácticamente sean en la actualidad un solo núcleo urbano con características similares, separadas solamente por el eje vial de la Panamericana Sur. Su crecimiento a futuro, consolidará esta unión y determinará una relación mayor a la que hoy existe.

Con estas consideraciones se inició el análisis de su funcionamiento, sin perder de vista que este proceso tiene un ámbito cantonal, del cual el presente análisis constituyó uno de los componentes que se cobijan en el gran paraguas del Plan de Desarrollo Cantonal.

Se realizó el estudio de la situación actual de la cabecera cantonal (2003), la definición y planificación en el tema urbano como son los servicios básicos, el análisis de la conformación actual de la ciudad y del equipamiento urbano y la delimitación de la zonas homogéneas de la ciudad de Machachi definidas por sus características específicas a cada una de ellas, en lo que tiene que ver con su infraestructura básica, equipamiento urbano, uso y utilización del suelo, funcionalidad y eficiencia.

En síntesis del análisis de funcionamiento de la ciudad se obtuvieron varios mapas temáticos como resultado de los talleres participativos que se instalaron durante todo el proceso de la elaboración del Plan Estratégico de Desarrollo Territorial.

Para la construcción de la visión del desarrollo de la ciudad proyectada para regir la planificación se han analizado los resultados obtenidos en donde existen niveles de influencia que se definen en el ámbito territorial, es decir que conllevan la interpretación de las transformaciones que se quiere lograr a nivel de ciudad, cantón y región.

Por lo que se han propuesto objetivos, políticas y estrategias del desarrollo urbano, además de la fijación de planes, programas y proyectos para la ejecución y sostenibilidad del Plan, para mejorar la calidad de vida de la población, mediante la institucionalización de un sistema de planificación y gestión local, en base de la construcción de una ciudad

urbanísticamente ordenada y la concertación de una visión estadista compartida de futuro, sostenibilidad y gobernabilidad. (MUNICIPIO, Plan de Desarrollo Estratégico de Mejía, 2005)

### **Plan de Uso y Ocupación del Suelo del Cantón Mejía**

Machachi como capital cantonal, sede político administrativa aglutina un sin número de instituciones del gobierno central y provincial; alberga agencias y sucursales bancarias de entidades financieras de enorme soporte para el cantón; en lo comercial define un patrón de asentamiento de actividades comerciales focalizadas al sector agropecuario. Los locales destinados a prestación de servicios se concentran en las calles centrales de la ciudad que motiva y genera vida urbana. Los giros comerciales al por mayor respecto de legumbres y cereales y también el expendio de carne por el faenamiento de ganado hace que los fines de semana Machachi reciba una gran afluencia de consumidores y demandantes de la parroquias vecinas y del Distrito Metropolitano; las características mencionadas califican a la capital cantonal como centralidad de primer nivel, demandando por lo tanto consideraciones territoriales ambientales, de población y gestión que ratifiquen y consoliden su condición de cabecera. Además al Cantón Mejía se lo ha catalogado como centralidad de primer nivel, por lo que es necesario que cuente con instrumentos de planificación territorial que mejoren la calidad de vida de la población.

La Municipalidad en el tema de Ordenamiento Territorial y regulación urbana no ha aplicado los estudios de AME con las recomendaciones sobre la gestión y ordenamiento. Se han realizado dos propuestas: del ICAD Planos de Zonificación y de la AME Plan estratégico, los cuales no se los ha aplicado, ya que no se cumple un Plan de Ordenamiento Urbano ni Planificación Territorial, por lo que se propone el Plan de Usos y Ocupación del Suelo, además los intentos realizados por la administración municipal y sus diferentes direcciones no han visto culminadas sus aspiraciones por la falta de comunicación y conocimiento de los grupos ciudadanos, la limitada divulgación ante una alta población flotante incide para que las disposiciones, normas, reglamentos y ordenanzas no sean conocidos y observados por la población.

Para ser congruentes con el plan estratégico y cantonal que cuenta la municipalidad, el plan de usos recoge varias de las propuestas identificadas con la población, con el fin de integrarlas con un enfoque estratégico de causa- consecuencia y de fines y medios y establecer prioridad y orden en la ejecución por parte del Municipio y serán integradas en las políticas de gestión. Estas políticas de gestión tendrán como instrumento rector el Plan de Usos y Ocupación del Suelo.

El Plan de Uso y Ocupación del Suelo del Cantón Mejía (PUOS-2008) facilitará las decisiones técnicas necesarias para atender el crecimiento y control urbano que se sustenta con los programas y proyectos específicos

de actuación, los que fueron consensuados con la Dirección de Planificación y Desarrollo y con los funcionarios del Municipio.

El PUOS determinará los lineamientos de política para el desarrollo sustentable, conceptuado y definido como facilitador de acciones, inherentes al control edilicio, permitirá ordenar el espacio físico en términos de una mejor ocupación y utilización del suelo, en donde se dispondrá de una estructura urbana territorial con la determinación de la actuación territorial. Auspicará la habilitación integral de los lotes subutilizados, si se respeta los periodos de incorporación. Igualmente la trama vial urbana dentro de un proceso planificado de aplicación tendrá resultados positivos en la recaudación del impuesto predial como también en la conectividad interbarrial e interparroquial.

El punto de partida del trabajo de la consultoría, fue la formulación de matrices denominadas “**alternativas de actuación**” para las cinco parroquias en estudio (Uyumbicho, Cutuglagua, Machachi, Aloasí y El Chaupi) donde se ubica los componentes de cada una de ellas, la situación actual, la propuesta en el plan estratégico provincial, en el plan cantonal y la visión que el consultor y su equipo forma para un área de intervención desarrollada hasta el año meta 2025.

Se realizaron los lineamientos para la Propuesta General del PUOS y el estudio de los Componentes Territorial, Población y Gestión.



Para lo anterior la normativa a proponerse deberá constituirse de forma clara y real que no permita interpretaciones individuales; la norma tendrá un objetivo claro que es de estar dirigida a mejorar y mantener la calidad de vida, organizando el territorio y aprovechando adecuadamente los recursos. (MUNICIPIO, Plan de Uso y Ocupación del suelo del Cantón Mejía, 2008)

### **Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Mejía**

La Constitución establece, las competencias exclusivas de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) regionales, provinciales, cantonales, distritales y parroquiales, encabezada por el siguiente enunciado:

Planificar el desarrollo y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial, cantonal y parroquial.

Dando cumplimiento a este mandato constitucional el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Mejía inicia el proceso de Planificación del Desarrollo y Ordenamiento Territorial dentro del contexto de lo que establece la Constitución, el Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización; el Código Orgánico de finanzas Públicas, La Ley de Participación Ciudadana, El plan Nacional de

Desarrollo (Plan del Buen Vivir), La Agenda Ambiental por el cambio Climático.

Los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial son los instrumentos de planificación previstos por la Constitución, que permitirán a los GAD desarrollar la gestión concertada de su territorio, orientada al desarrollo armónico e integral.

De acuerdo a lo que establece el COPFP (Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas): “Los planes de desarrollo son las directrices principales de los GAD respecto de las decisiones estratégicas de desarrollo en el territorio.

Estos tendrán una visión de largo plazo, y serán implementados a través del ejercicio de sus competencias asignadas por la Constitución de la República y las Leyes, así como de aquellas que se les transfieran como resultado del proceso de descentralización”.

Los Planes de Ordenamiento Territorial, según lo dispone el COPFP, “son los instrumentos de la planificación del desarrollo que tienen por objeto el ordenar, compatibilizar y armonizar las decisiones estratégicas de desarrollo respecto de los asentamientos humanos, las actividades económico-productivas y el manejo de los recursos naturales en función de las cualidades territoriales, a través de la definición de lineamientos

para la materialización del modelo territorial de largo plazo, establecido por el nivel de gobierno respectivo”.

En ese sentido, las directrices de desarrollo que son el sustento de los planes respectivos, determinan y orientan los contenidos y políticas del ordenamiento territorial y de la gestión del territorio. Pero de igual manera las capacidades y potencialidades del territorio definen las posibilidades del desarrollo integral social, económico y ambiental que se debe alcanzar. Esta interacción no solo debe buscarse en el acto inicial de la planificación de un territorio, sino que debe mantenerse a lo largo del tiempo, pues la dinámica de la situación social, económica y ambiental demanda un permanente ajuste entre el instrumento que busca el logro del desarrollo y las medidas de ordenamiento territorial que deben adoptarse para su viabilización.

El cantón Mejía se constituye actualmente en uno de los principales centros de Producción Agropecuaria y comercial de la Sierra Norte del País, el rol del Cantón se ha mantenido a través del tiempo, sigue siendo "Mejía siempre fértil" ganadero y agrícola.

La importancia del Cantón se potencia gracias a su ubicación estratégica, ya que se convierte en un nexo regional importante entre la costa y la sierra.

Según el plan de desarrollo territorial de Pichincha, Mejía es uno de los polos de Desarrollo de la provincia, considerado una zona de seguridad

alimentaria y agro exportación, a más de un gran potencial natural y paisajístico que aún no se ha desarrollado.

Es el principal centro urbano, es la cabecera cantonal y la población urbana más desarrollada del territorio. Se constituyen en uno de los centros de acopio y de intercambio comercial más importantes de la provincia de Pichincha. Es el corazón y el eje dinamizador del cantón, el polo atractor de actividades y fuentes de empleo para los mejjienses. Sin embargo no ha permanecido exenta a la presión del DMQ, y mucha gente se moviliza todos los días hasta Quito por trabajo y estudios.

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Mejía realizado en el 2011 abarca el estudio de una fase de diagnóstico por sistemas vinculados al desarrollo como el sistema ambiental, económico, socio-cultural, político administrativo asentamientos humanos, y el diagnóstico por sistemas vinculados al territorio como el sistema de espacios abiertos, asentamientos humanos, movilidad, energía y conectividad, para llegar a la fase de la propuesta con decisiones estratégicas, territoriales y organizacionales para el Ordenamiento Territorial Propuesto con Instrumentos y Mecanismos de Gestión del Territorio y Programas y Proyectos. (MUNICIPIO, Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial del Cantón Mejía, 2011)

## **2.2 El Problema de la Ciudad, Clasificación Urbano-Rural y la Expansión Urbana**

Las ciudades presentan una gran cantidad de problemas, crecimientos inorgánicos, segregación social, problemas ambientales, inseguridad ciudadana, dificultades institucionales y déficit de participación social. Diversos estudios dan cuenta de esta problemática compleja, los problemas adoptan ciertos patrones comunes: una urbanización precaria, niveles crecientes de desigualdad social y muy fuertemente diferenciado acceso a las oportunidades sociales y severos problemas ambientales. Excepcionalmente hay ciudades que han superado algunos de estos rasgos comunes y mediante políticas persistentes integrales han progresado. Sin embargo, la norma general es el agravamiento o persistencia de los problemas.

Entre los problemas principales de las ciudades está su inorgánica expansión la que además de deteriorar el entorno medio ambiental, provoca una diferenciación social elevada de modo creciente los costos operacionales de la ciudad y de los ciudadanos. Así ocurre con la necesaria expansión de la red de transporte público y donde el ciudadano es afectado en su calidad de vida en el desplazamiento en transporte de discutible calidad. Existen estructuras urbanas en la que cada vez se viaja más, resultado de la expansión urbana y de la segregación social. Los avances en la estructuración de barrios completos es menor y la

insuficiencia de urbanización básica, y sobre todo de servicios esenciales es decadente.

En esta perspectiva de análisis está el planteamiento del problema de los servicios públicos en las ciudades. Puede haber una aproximación a esta problemática desde la normativa y las políticas urbanas, desde la base y estructura económica, desde el transporte y la red urbana, o desde la pobreza y la desigualdad social.

Es un hecho evidente que la población urbana está experimentando una enorme expansión en todo el mundo, afectando a los sistemas naturales y humanos en todas las escalas geográficas (Herold y otros 2005)

La planificación sostenible de la ciudad es hoy día un elemento estratégico para el bienestar común de la sociedad. La incorporación de la dimensión territorial y urbana resulta imprescindible para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible.

Visto que existe una correlación relevante entre una serie de variables y el fenómeno de crecimiento urbano, es posible construir un modelo que nos muestre cómo, cuándo y dónde va a crecer el área urbana en los próximos años.

La clasificación del suelo responde a una visión estratégica y planificadora. Se trata, de una visión dinámica del proceso de estructuración, uso y ocupación del territorio, e implica una anticipación racional respecto de los ritmos y modos de construcción de la ciudad y de su entorno.

El estudio de los instrumentos de planificación territorial definen tres clases generales de suelo: urbano, urbanizable y no urbanizable. Esta clasificación responde al uso sustentable del suelo, en razón de que este constituye un recurso fundamental para el desarrollo económico y social, y por tanto debe ser precautelado para el futuro. Esta clasificación corresponde tanto a las características de sus usos actuales, potenciales y de vocación, así como a sus restricciones de uso por riesgo natural y/o antrópico.

Por lo anterior el suelo se clasifica en:

**Suelo urbano** es el que cuenta con vías, redes públicas de servicios e infraestructura y ordenamiento urbanístico definido y aprobado. Este suelo por su uso genérico puede ser residencial, múltiple, comercial, industrial, de equipamiento y de protección especial del patrimonio edificado.

La definición específica de este suelo determinará la delimitación del perímetro urbano, la asignación de tipologías de edificación (forma de

ocupación, coeficiente de ocupación COS y altura), la delimitación de espacios libres y el trazado de la red vial y servicios de infraestructura.

**Suelo urbanizable** es el que cuenta con planeamiento e infraestructura parcial: aquel susceptible de ser incorporado al proceso urbanizador bajo las normas y plazos establecidos por un estudio de etapas de incorporación, que debido a la dinámica de transformación del suelo deberían ser establecidas por quinquenios.

A fin de organizar y direccionar el crecimiento de la urbanización en relación directa con las reales demandas del crecimiento poblacional, de los patrones económicos y culturales de la ocupación del suelo, de la capacidad institucional de infraestructura y servicios.

Las principales determinaciones del suelo urbanizable se relacionan con la previsión de los sistemas de ordenamiento: infraestructura básica; asignación de tipo y volúmenes de edificación y usos de las áreas determinadas en la zonificación; red vial y de comunicaciones, equipamiento y espacio público; que sirvan de base para el desarrollo de planes parciales.

**Suelo no urbanizable** son aquellas áreas que por sus condiciones naturales, sus características ambientales y de paisaje, turísticas,



históricas y culturales, su valor productivo agropecuario, forestal o minero, no pueden ser incorporadas con fines de urbanización.

Debido a sus características ambientales y de conformación, la protección especial es la principal determinación a observarse para el suelo no urbanizable. Esta protección demanda mantenerlos excluidos del proceso de ocupación con asentamientos humanos y en su definición se consideran los siguientes factores: características del suelo, flora, fauna, paisaje; preservación del medio ambiente natural, áreas arqueológicas, de ríos y quebradas, o de interés agrícola o forestal y páramos; de riesgo por causas naturales y aquellas con pendientes superiores al 30%.

### **2.3 El Modelo de Ciudad con Coberturas de Infraestructura.**

Los servicios básicos tales como el agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, tratamiento de aguas servidas, recolección de basura, procesamiento de residuos sólidos, y la infraestructura de la red vial, son los que provee el Estado en los niveles central, regional y municipal.

Resulta de gran interés estudiar el tema de los servicios públicos. Existe una creciente demanda por conocimientos en esta temática, por cuanto se la vincula muy estrechamente con cuestiones vitales como la calidad de vida de mayorías sociales.

Estos difíciles temas se expresan física y ambientalmente en las ciudades con una conflictividad adicional. La heterogeneidad y la segregación social presente en las ciudades hacen que, en la práctica, se pueda “dibujar” mapas con áreas de acceso extremadamente diferenciado respecto de servicios básicos. Muchas de las zonas de expansión urbana y reciente se encuentran claramente subdotadas de infraestructura.

Como contraparte, las que corresponden a los sectores sociales más acomodados encuentran respuestas crecientes de oferta amplia de servicios. Las tradicionales zonas centrales de las ciudades siguen siendo “lugar preferente” para la provisión de infraestructura. Como resultado de ello, la cantidad de viajes de las personas se multiplican y los costos inherentes a esos servicios de transporte constituyen una “barrera adicional” para muchas familias pobres.

Todo lo anterior hace que la perspectiva “urbana y ambiental” de este tema sea de gran relevancia en las ciudades. Es por eso que la manera en que deben inscribirse urbana y ambientalmente las políticas de provisión de servicios básicos a la población es un asunto relevante, que se lo puede realizar mediante, instrumentos de planificación territorial.

Las ciudades requieren de sistemáticos incrementos en cobertura y calidad de los servicios básicos, reconociéndose los déficit que se han acumulado. Las políticas incrementales de servicios básicos en las ciudades supondrán avanzar decididamente hacia formas superiores de integración social. Los servicios básicos requieren una renovación estructural que comprometa procesos urbanizadores de gran alcance.

El financiamiento de los servicios básicos en las ciudades debe ser reconocido como un elemento esencial en la definición de cualquier política sobre la materia. La asociación público-privada es fundamental para proveer servicios básicos eficientes. Los servicios básicos en las ciudades se pueden entregar, programar y ejecutar, en el mundo de hoy, de un modo muy distinto al de hace pocos años, es por ello que el presente estudio propone el Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi para la Planificación de Servicios Básicos con el Uso de Herramientas SIG.

Es función de los municipios la gestión urbana local que puede definirse como un conjunto de actividades, procesos y funciones que ocurren en un territorio, donde existe una constelación de recursos humanos, financieros, políticos y naturales, que son administrados por estos, con el fin de satisfacer las necesidades de la comunidad local.

A esta acepción puede agregarse que la municipalidad debe tener la capacidad de generar políticas y elaborar, ejecutar e implementar proyectos que colaboren con el desarrollo de la comunidad, con los recursos que posee.

Los servicios básicos locales son todos aquellos servicios que se prestan a la comunidad de forma permanente y continua, casi siempre a través de entidades dirigidas por el municipio o asociadas a éste.

Los servicios esenciales referidos anteriormente, “son aquellas prestaciones que satisfacen necesidades individuales o colectivas necesarias e irremplazables...” (Rodríguez, 1989), como la vivienda, agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, salud, seguridad social, etc. que son prestados por las municipalidades con el fin de satisfacer las necesidades básicas.

Los servicios básicos corresponden a todos aquellos servicios imprescindibles para vivir. Es el caso del agua potable y las operaciones que ésta implica (sea saneamiento y/o alcantarillado) y la electricidad, entre otros.

Un fenómeno interesante es el que ocurre actualmente y se relaciona con la modernización de la gestión pública y los procesos democratizadores a que ha sido sometida la gestión local.

En este tema se opta por descentralizar justificando que de esta forma los servicios serán entregados de forma más inmediata, abogando siempre a la eficiencia de esta entrega, siendo importantes herramientas de apoyo, la información y la comunicación.

No menos importante es el tema del desarrollo regional que, como concepto valórico, dependerá de las condiciones y realidades de cada protagonista. Para que el desarrollo regional sea al menos homogéneo, de acuerdo a Boisier y Silva (1989), se debe tener en cuenta lo siguiente:

- creciente proceso de autonomía
- capacidad de captación y reinversión del excedente
- creciente proceso de inclusión social
- responsabilidad ecológica
- sincronía intersectorial y territorial.

Se supone que sobre la base de estas condiciones, el desarrollo regional podría concretarse, amparado en la toma de decisiones (en servicios básicos) más adecuadas y representativas. Además que con procesos graduales de cambios, que sin duda tendrán más efectividad, la autonomía podrá demostrarse en el manejo de recursos, mejorando la cooperación al interior de los servicios y con otros servicios. (Antúnez & Galilea, 2003)

## 2.4 Teoría de Modelos, el Territorio y los Sistemas de Información Geográfica

Intuyendo ya todo lo que la biología nos está confirmando acerca de cómo funciona el conocimiento, los modelos han intentado ofrecer un marco de toma de decisiones lo más cercano posible del determinismo evolutivo. Y como que no podemos esperar cientos de años a que la vida nos diga lo que hubiera sido mejor, lo mejor es **simular** lo que puede ocurrir si decidimos tal cosa o tal otra. Esto es posible hoy gracias a que las simulaciones pueden efectuarse en tiempo real y repetirse al infinito.

La simulación, considerada como un método de experimentación controlada, es el proceso de imitación de aspectos importantes del comportamiento de un sistema, mediante la construcción de un modelo implementado en un computador de tal forma que permita generar observaciones dadas ciertas entradas. Con el análisis de tales observaciones se estiman medidas del comportamiento del sistema de interés. Sin embargo, de esta manera no es posible encontrar resultados óptimos, sino más bien, resultados satisfactorios a problemas de difícil, costosa o imposible resolución mediante otros métodos.

Y ya que todo el tiempo nos estamos refiriendo a un **sistema** vamos a estudiarlo como una fuente de datos del comportamiento de alguna parte del mundo real. Está formado por elementos que interactúan para lograr un

objetivo, los cuales poseen características o atributos, parámetros y variables, que toman valores numéricos o lógicos. Las reglas que especifican la interacción entre los elementos de un sistema, determinan la forma en que las variables cambian con el tiempo. Las variables que describen las entidades, los atributos y las actividades de un sistema en un instante particular de tiempo, que permiten predecir su comportamiento futuro, se denominan variables de estado y sus valores proporcionan el estado del sistema en ese instante, además relacionan el futuro del sistema con el pasado a través del presente.

Por tanto, el primer objetivo de todo modelo será el de contener el mayor número posible de relaciones ordenadas según su propia funcionalidad y no según una jerarquía preestablecida.

Las relaciones van construyéndose a medida que se va disponiendo de información estructurada. Por tanto, el segundo objetivo de un modelo es disponer de una base de datos específica. Según Einstein: los ingredientes de una investigación son un 5% de inspiración y un 95% de transpiración. Pues bien, en materia de modelos, la arquitectura es el 5% y la base de datos el 95%: recopilación, depuración, tratamiento, integración, pruebas, mantenimiento, etc., etc.

El tercer objetivo de un modelo territorial será de poder funcionar paramétricamente.

La formulación de los modelos territoriales debe plantear la ordenación del conjunto de los componentes del sistema territorial (ciudad, infraestructura y equipamientos), teniendo en cuenta la distribución espacial y los objetivos de la red de los espacios libres y espacios naturales protegidos.

El territorio al que no hemos referido en el presente estudio se representará mediante un modelo, que viene a ser una representación formal de un sistema real, con el que se pretende aumentar su comprensión, hacer predicciones y ayudar a su control, objetivo principal de la regulación.

Un modelo debe ser una buena aproximación al sistema real, debe incorporar los aspectos importantes del sistema y debe resultar fácil de comprender y manejar. Un factor muy importante es que haya una alta correlación entre lo que predice el modelo y lo que actualmente ocurre en el sistema real.

Para la construcción de un buen modelo es necesario contar con procesos normalizados, que describan el comportamiento del sistema. También es importante la simplicidad y la habilidad para seleccionar el subconjunto más pequeño de variables. Este aspecto sería de enorme interés a la hora de crear nuevos modelos, ya que ahorraría tiempo y dinero.



Y ya que el territorio debe ser estudiado en su conjunto, nos es de gran ayuda los actuales avances en las tecnologías de la información que posibilitan el uso de diversas técnicas de modelización en los sistemas más complejos. La aplicación de estas técnicas más sofisticadas ha incrementado la tendencia cuantitativa en la evaluación de tierras a través de la modelización. Los modelos constituyen una representación simplificada del mundo real que puede expresarse en una gran diversidad de formas tales como diagramas conceptuales, sistemas de clasificación y verdaderos modelos matemáticos, estadísticos o deterministas.

En la evaluación de tierras, la modelización ha progresado desde los más simples modelos estadísticos hacia otros más complejos, es así que a partir de modelos desarrollados se realizara mediante Sistemas de Información Geográficos (SIG) predicciones espaciales del territorio.

En el caso de los SIG, la información puede ser gestionada de diferentes formas, sin embargo, en la actualidad se tiene la posibilidad de crear modelos de datos que ayudan a consolidar la información de acuerdo con las necesidades de las instituciones y organizaciones que van a implementar esta tecnología.

Existen muchas definiciones para los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Lo planteado por Lo y Yeung (2007):

“Sistema computacional capaz de capturar, almacenar, manipular y visualizar los datos que contienen una referencia geográfica y los convierte en información espacial útil en la solución de problemas espaciales complejos. El énfasis en los datos geográficos y la capacidad de analizar los datos espacialmente distinguen los SIG de otros tipos de sistemas de información”.

Y agregan:

“La recolección de datos geográficos y su conversión en información útil por medio de un SIG trascienden las fronteras tradicionales del procesamiento de datos y la gestión de la información. La información geográfica nos ayuda a comprender mejor el mundo que nos rodea. Nos permite desarrollar la inteligencia espacial para la toma de decisiones lógicas. Ésta es la razón por la cual cualquier definición de los SIG debe incluir no sólo las funciones del procesamiento de datos en estos sistemas, sino también su capacidad analítica para derivar conocimientos espaciales”

Se estima que el 80% de todo tipo de información tiene un componente espacial; los datos de la mayoría de las ciencias pueden ser analizados “espacialmente” (ESRI, 2004, citado por Molina *et al.*, 2005). Con la tecnología SIG se genera un vínculo entre los mapas y las bases de datos, elementos que existen en forma análoga en

distintos grados de detalle. Partiendo de una misma base cartográfica, un municipio, por ejemplo, puede organizar y analizar información tan diferente como los datos de los predios (oficina de catastro), la hidrología, ubicación de cultivos, áreas protegidas (oficina de medio ambiente), retiros de quebradas y zonas de riesgo (oficina de planeación). Es decir, una sola aplicación de SIG podría recibir las bases de datos de las diferentes dependencias involucradas en la planificación municipal, siempre y cuando estén correctamente georreferenciadas, permitiendo relacionar los diferentes datos de maneras específicas que amplifiquen la capacidad de análisis que se tendría manejando la información por separado, lo que facilita la gestión y el análisis de diferentes escenarios posibles.

Los SIG facilitan la revisión de la brecha entre las condiciones deseadas y las actuales, ya que permiten moverse entre una visión general y los acercamientos selectivos al tema y grado de detalle que requiere cada usuario en particular. Incorporando la variable tiempo, al análisis de cada una de las capas temáticas que conforman el SIG, se obtiene la perspectiva necesaria que permite ver cómo las interrelaciones entre estas variables van generando patrones y tendencias claramente identificables.

La planificación territorial es un proceso estratégico orientado al futuro, cuyo objetivo es la toma de decisiones basado en criterios racionales.

Además, es un proceso comprensivo, consistiendo en la integración de las reclamaciones de espacio por los diferentes sectores de gestión.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) forman un campo interdisciplinario que reúne muchas áreas diversas como ciencia de la computación, geografía, cartografía, ingeniería, planificación territorial (Adam & Gangopadhyay, 1997). Puesto que los SIG pueden ser considerados como una rama de la ciencia aplicada con el fin de integrar y analizar información espacial, estos mismos, hasta cierto nivel pueden ser herramientas muy poderosas para sostener este tipo de planificación. SIG tienen características particulares que los hacen muy aptos para ser aplicados en un proceso de planificación territorial, entre otros:

- Tiene un carácter integrador que se puede aplicar a diferentes datos sectoriales.
- Se puede aplicar para buscar relaciones y cohesión entre diferentes capas de información espacial.
- La información procesada siempre está relacionada con el territorio.
- Bases de datos espaciales bien estructuradas propician la planificación espacial.
- Contiene modelos y análisis espaciales poderosos que favorecen a la planificación espacial.

- Su facilidad de sobreponer y enfrentar capas de información y trabajar a varios niveles de detalle de manera jerárquica, coincide con la práctica de la planificación espacial.
- Su agilidad de editar y adaptar datos propicia flexibilidad en el proceso de planificación.

La capacidad poderosa de SIG como medio de comunicación, permite elaborar evaluaciones ágiles de los resultados por el grupo de investigación o hacer presentaciones atractivas para tomadores de decisiones o moradores afectados por las consecuencias del estudio.

No cabe duda que la planificación territorial debería mantener una relación íntima con una de sus herramientas más poderosas que es el SIG; es más, la aplicación de geoinformática en este tema es un campo de investigación con todavía muchas áreas para explorar. J. M. Fernández Güell menciona a los SIG como uno de los cambios relevantes en la operativa cotidiana del planificador y gestor urbano, que han suscitado la necesidad de revisar críticamente los enfoques tradicionales de planificación y gestión urbana (Fernández Güell, 2000). El uso de SIG en estudios de este tipo tiene mucha potencialidad si se aplican de manera adecuada y enfocada a la problemática. Los SIG tienen características particulares que los hacen muy aptos para ser aplicados en un proceso de planificación territorial. De todas maneras, la planificación territorial nunca debería ser un ejercicio meramente mecánico. Siempre

involucra un aspecto de intuición, creatividad intelectual, y participación con la comunidad que podría resultar en una interpretación específica de los resultados obtenidos de los análisis cuantitativos.

Finalmente se puede concluir que hace falta más investigación sobre la aplicación de esta tecnología en el tema de planificación territorial para poder valorar la capacidad y potencialidad todavía no completamente explotada, tanto en el ámbito de captura y organización de los datos, como en el análisis espacial y presentación de la información como soporte a la toma de decisiones.

### **3. ELABORACIÓN DEL PLANO BASE A ESC. 1:5000**

A partir de la cartografía digital base y catastral a escala 1:1000, se obtendrán los mapas base y temáticos a escala 1:5000, y ya que son los insumos básicos del presente estudio describo a continuación el proceso que la Dirección de Avalúos y Catastro de la Ilustre Municipalidad de Mejía ha realizado para obtener esta valiosa información, como antecedentes para la obtención de la cartografía digital necesaria para el Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi para la Planificación de Servicios Básicos con el Uso de Herramientas SIG.

## **MARCO GEGRÁFICO CANTONAL**

El Marco Geográfico Cantonal responde a una estructura jerárquica de división nacional y es un sistema de referencia diseñado para el Municipio de Mejía con el propósito de captar, organizar, analizar, representar y almacenar la información cartográfica que generan los relevamientos de información y encuestas que realiza la Dirección de Avalúos y Catastros, así como para que diversos usuarios externos utilicen este sistema para representar espacialmente su propia información.

El Marco Geográfico Cantonal está conformado por áreas divididas en 6 niveles de desagregación:

- A) Cantón
- B) Parroquias
- C) Sectores
- D) Manzanas
- E) Lote / Predio

### **Cantón**

El territorio de cada cantón comprende una parroquia urbana cuyo conjunto constituye una ciudad, y parroquias rurales.

Cada cantón constituirá un municipio. Su gobierno estará a cargo del concejo municipal, cuyos miembros serán elegidos por votación popular.

Los deberes y atribuciones del concejo municipal y el número de sus integrantes estarán determinados en la ley.

### **Parroquias**

Es el área geográfica que está delimitado físicamente con otra área de la misma o superior jerarquía, que de acuerdo a la LORM. Art. 11 literal b) expresa: “Área territorial susceptible de una demarcación natural, que no implique colisión con las parroquias colindantes, y con recursos suficientes para llenar su cometido”.

La parroquia está compuesta de:

Sectores

Manzanas

Lotes

Conformación: El Municipio está conformado por ocho parroquias (**Machachi-Cabecera Cantonal**-, Cutuglagua, Aloag, Tambillo; Uyumbicho, Tandapi; Aloasí, Chaupi-Parroquias Rurales), a cada una de ellas se le ha asignado una clave consecutiva.



Límites: Sus límites se adaptan en lo posible a lo político-administrativo y están trazados sobre rasgos físicos fácilmente identificables en campo.

## **Sector**

Es el área del territorio urbano o rural que está conformada por una estructura generada por efectos de la consolidación o agrupación física del territorio que tienen una identidad propia, tanto de carácter histórica en su creación o del grupo humano que lo creó, o en su defecto es la unión de manzanas asentadas en un determinado espacio del territorio urbano o rural.

Es el caso de:

Barrios

Lotizaciones

Urbanizaciones

Conjuntos Habitacionales

Anejos (zona rural)

Conformación: El Municipio está conformado por sectores urbanos y rurales a cada una de ellas se le ha asignado una clave consecutiva.

Límites: Sus límites se adaptan en lo posible a lo político-administrativo y están trazados sobre rasgos físicos fácilmente identificables en campo.

## **Manzana**

Es el área del territorio que corresponde a un trazado urbano, que se encuentra limitada por áreas de espacio público, la que comprende la vía peatonal (acera o vereda) y la vía carrozable (calzada), así como los límites correspondientes de los taludes (bordes de quebrada); y compuesta por uno o más lotes en su interior.

Conformación: El Municipio está conformado por manzanas urbanas y espacios rurales, a cada una de ellas se le ha asignado una clave consecutiva.

Límites: Sus límites se encuentran definidos sobre rasgos físicos fácilmente identificables en campo como vías (espacio público), bordes de cuencas y microcuencas hidrográficas.

## **Lote/ Predio**

Es el terreno limitado por otras propiedades con acceso a una o más áreas de uso público y corresponden a un trazado urbano o rural, de dimensiones establecidas en las normativas y regulaciones municipales.

En su interior puede contener:

- Sub unidades (Propiedad Horizontal)

- Construcciones
- Accidentes geográficos (Ríos, quebradas, etc).

Conformación: El Municipio está conformado aproximadamente por 30.000 lotes a cada uno de ellos se le ha asignado una clave consecutiva. La cabecera cantonal-Machachi esta conformada por 9041 lotes.

Límites: Sus límites se encuentran definidos sobre rasgos físicos fácilmente identificables en campo como vías (espacio público), bordes de cuencas y microcuencas hidrográficas.

### **Simbología**

La simbología para representar los límites del Marco Geográfico Cantonal se encuentra en la *tabla de Estándares Cartográficos* que utiliza la DAYC.

Es importante señalar que en la cartografía catastral los límites están trazados sobre rasgos naturales, características físicas urbanas y rurales siendo éstos permanentes y de fácil identificación en el terreno.

Rasgos naturales: Cuencas, Microcuencas (Ríos, arroyos, barrancas, etcétera), cima de elevaciones.

Características físicas urbanas y rurales: Avenidas, calles, parterres, andadores, redondeles, vías de comunicación (carreteras, terracerías, brechas), líneas eléctricas, líneas telefónicas, líneas telegráficas, gasoductos, etcétera.

### **3.1 Restitución adquirida y proporcionada por la Ilustre Municipalidad del Cantón Mejía**

La Dirección de Avalúos y Catastro de la Ilustre Municipalidad de Mejía, organismo de Gestión Seccional, responsable del ordenamiento, planificación y manejo de su espacio geográfico, de la dotación de los bienes y servicios públicos a la comunidad, requirió disponer de productos cartográficos y herramientas estratégicas de gestión que coadyuven en la formulación de políticas claras relacionadas con la planificación y administración de su territorio; por lo que solicito los servicios del IGM, para disponerlos.

### **ESTÁNDARES PARA EL SISTEMA DE REFERENCIA**

- **Sistema de referencia**

Para todo el territorio del Cantón Mejía, se establece el uso de los parámetros definidos en el Proyecto “Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) “, constituido por el Eipsoide WGS84.

El WGS84 (World Geodetic System 1984), cuyo datum toma como referencia geocéntrica la del sistema GPS. Este sistema determina cada punto por sus tres coordenadas espaciales en un sistema cartesiano único cuyo eje se corresponde con el eje de rotación de la Tierra.

Orígenes de coordenadas geodésicas:

- Latitudes referidas al Ecuador y consideradas positivas al Norte.
- Longitudes referidas al Meridiano de Greenwich y consideradas positivas al Este y negativas al Oeste del mismo.

- **Sistema Cartográfico De Representación**

El sistema de Representación plana para la cartografía oficial es la proyección conforme Universal Transversa de Mercator (UTM).

Esta proyección constituye uno de los sistemas conformes más utilizados en la actualidad, se lo emplea para la representación de extensiones grandes o de toda la superficie terrestre en varias zonas.

## **CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS SOBRE CADA ELEMENTO**

La información a restituir son elementos altimétricos y planimétricos, así como su codificación y simbología gráfica.

### ***Planimetría***

La restitución deberá contener todos los detalles identificables a partir del vuelo, en su exacta posición y verdadera forma (a escala), con dimensión mínima de 1 mm en el dibujo. Otros elementos de interés con dimensión menor a 1mm en el plano se representarán mediante símbolos.

### ***Altimetría***

La equidistancia de curvas estará de acuerdo a la escala.

Deberán registrarse las cotas de los vértices geodésicos, señales de nivelación, vértices topográficos (si están señalizados en el terreno de forma permanente), puntos de apoyo y de poligonal, cumbres, cerros, estaciones y cruces de vías, pasos a diferente nivel (arriba y abajo), cambios de pendiente en carreteras, caminos y calles principales, coronación de presas, líneas de máximo embalse, aliviaderos, todos los cruces de vías de comunicación y otros detalles planimétricos que por su significación sea importante reflejar. En cualquier caso se aplicarán los criterios de captura y numerización que, para cada subgrupo o clase cartográfica, se especifican.

Las curvas de nivel no se interrumpirán por ninguna razón dentro de la zona objeto de restitución. Podrán codificarse como líneas ocultas por motivos de representación gráfica (por ejemplo en zonas edificadas).

Con objeto de sistematizar la descripción de cada uno de los grupos que conforman el contenido del mapa base, se agrupan en: Geografía Física y Geografía Humana.

- **Geografía Física**

La representación gráfica de la realidad física (topografía), se realiza en tres grandes grupos de información:

Relieve (hipsografía), Hidrografía y Usos del Suelo.

a. Relieve

Su representación se realiza por el sistema de curvas de nivel, eligiendo las curvas múltiples y las curvas principales, de acuerdo a la siguiente Tabla 1:

**Tabla 1.** Representación gráfica de curvas de nivel

<b>Escala</b>	<b>Curvas Intermedias</b>	<b>Curvas Principales</b>
1:1000	1	5
1:5000	5	25

Las curvas principales se dibujarán con un trazo más grueso.

## b. Hidrografía

Se incluirá la información de todos los elementos hidrográficos naturales y artificiales, detalles puntuales relacionados con el agua y las curvas batimétricas que definen grandes extensiones de aguas continentales.

## c. Usos del suelo

Bajo este epígrafe se designan los cultivos y aprovechamientos del suelo, la vegetación natural y las distintas clases de terrenos improductivos agrupados de forma que la lectura del mapa no pierda la necesaria claridad.

- **Geografía Humana**

Esta área de información comprende la población, vías de comunicación, divisiones administrativas, líneas de transporte de energía, etc., y, en general, toda obra que la acción del hombre aporta al terreno. Dado que en la librería de signos convencionales vienen definidos forma y color de todos los elementos representables, aquí se los estudia agrupados por afinidad de uso, dividiéndolos en los siguientes grupos:

- a. Núcleos de población y construcciones diversas.
- b. Restos históricos.
- c. Explotación de recursos naturales e industria.



- d. Vías de comunicación.
- e. Puertos y aeropuertos.
- f. Divisiones administrativas.
- g. Apoyos geodésicos.

- **Toponimia Y Rotulación**

La recopilación de nombres sobre el terreno ofrece distintos problemas según sea la escala del mapa sobre el que se va a trabajar. En general, los mapas de pequeñas escalas reflejan únicamente la "toponimia mayor", en razón de la gran extensión de territorio que representan. Esta macro toponimia: núcleos urbanos, grandes accidentes orográficos, ríos, comarcas, etc., es suficientemente conocida y no hace necesario, habitualmente, el trabajo de campo, pero sí un tratamiento en gabinete para su selección, clasificación y ubicación adecuados al mapa en formación. La denominación correcta de los lugares habitados se establece mediante decretos u otras disposiciones oficiales. El redactor del mapa tomará estos nombres del registro oficial de municipios o Boletines oficiales.

El problema es distinto en los mapas de escalas grandes o medias. Entendemos por "toponimia menor" la recogida de los propios naturales de la zona, asociada a la cartografía de escalas grandes. El mapa de escalas medias, recoge una parte considerable de esta última, y en la mayoría de los casos se hace imprescindible la consulta sobre el terreno.

La recogida de toponimia en campo presenta dos aspectos principales ligados directamente entre sí: la fidelidad del nombre, desbrozado de malas pronunciaciones o incorrecta escritura, y su exacta localización. La consecución de estos dos objetivos es la tarea con que debe enfrentarse el operador al salir al campo, recabando para su buen fin las ayudas de cualquier índole que considere necesarias.

La rotulación se incorpora mediante la elección del tipo y cuerpo de letra conforme a la *Tabla de Estándares Cartográficos*.

## **FORMATO DE ENTREGA**

El formato de entrega se compone por coberturas, que contendrán:

*Entidades puntuales:* Definidas por su situación, pudiendo llevar asociados atributos específicos de cada objeto y la simbología de su representación gráfica

*Tramos:* Definidos por la geometría de sus puntos

*Entidades superficiales:* Definidas por las coordenadas de su centroide. Pueden llevar asociados atributos específicos de identificación y características de cada objeto cartográfico.

*Atributos:* Información literal o características de cada objeto cartográfico no cubierta en los ficheros anteriores.

*Textos:* Rotulación

### **3.2 Ingreso y Edición de Cartografía Digital**

## **ESTÁNDARES PARA EL INGRESO Y LA EDICIÓN DE LA INFORMACIÓN GRÁFICA DIGITAL**

### **Digitalización**

Es el proceso que nos permite transformar información analógica (mapas, hojas catastrales, datos obtenidos en campo), a medio digital expresado por medio de coordenadas de puntos, líneas, áreas (formato vectorial), para de esta forma ser utilizada, administrada, analizada y actualizada de forma eficiente.

- **Escala**

Para planos catastrales se utilizara información base a escalas 1:1000 para el área urbana. La precisión de los segmentos está en base al cálculo de 0.2mm a la escala utilizada, es decir en el caso del plano escala 1:1000, el error permisible, en tamaño real, a introducirse es de 20cm.

- **Coberturas de Información**

Todos los elementos han de ingresarse al sistema de acuerdo a las coberturas determinadas que contempla los tres niveles jerarquizados siguientes:

Tema.- Son capítulos independientes de información en los que se estructura la información geográfica y son los siguientes:

- Hipsografía
- Drenaje
- División Política Administrativa
- Vialidad
- Servicios
- Cartografía Catastral
- Valoración
- Equipamiento
- Vegetación
- Transporte Aéreo
- Toponimia

Grupo.- Cada uno de los capítulos homogéneos de información en los que se estructura el tema y son los siguientes:

- Grupo de información lineal
- Grupo de información superficial (centroides)
- Grupo de información puntual
- Grupo de textos/rotulación

Objeto.- Es el concepto a ser manejado dentro de la estructura del SIC, poniéndose en claro que un objeto es un TODO muchas de las veces estará conformado por sus partes, de tal forma que en la codificación se hallarán números iguales con la única diferencia del tipo para indicar que conforman un todo

Elemento específico.- Esta se refiere a cada una de las partes que conforman el TODO, ejm: Una quebrada está conformado por el borde superior de quebrada, por la línea de cause por el centroide de quebrada (para el caso de quebradas dobles), por bordes rellenos de quebrada, y a su vez tienen Atributos, que les asignan características particulares a cada uno.

### **Atributos de la información gráfica**

Los atributos de la información gráfica, se refiere a las características con las que cada elemento será representado, refiriéndonos con esto a: color, estilo y ancho. Esta asignación de atributos y símbolos ha sido resumida en la Tabla de Estándares Cartográficos.

## Ingreso de elementos gráficos

Los elementos a digitalizar, cualquiera que sea el método empleado para ello, han de capturarse en formato vectorial topológico, por lo que deben cumplir unas normas básicas en cuanto a las relaciones geométricas entre ellos:

- Cada línea ha de tener un punto inicial y uno final denominados nodos, con un número indeterminado de vértices intermedios.
- Siempre que dos líneas se crucen en un mismo tema se generará un nodo en la intersección de ambas.
- Todas las entidades superficiales (polígonos) han de estar correctamente cerrados.
- Dos polígonos adyacentes deben tener un lado común que se capturará una única vez (el mismo elemento lineal forma parte de ambos polígonos simultáneamente).
- Para cada polígono hay que digitalizar un único punto interior al mismo. Este punto es conocido como 'centroide' del polígono.
- En la misma capa de información no pueden coexistir entidades poligonales y puntuales (aunque sí lineales), con la excepción antes citada de los centroides de los polígonos.
- Cada elemento gráfico debe disponer de un código identificador único que sirve para establecer una relación entre la información gráfica y los

atributos de los elementos, almacenados en forma de tablas alfanuméricas.

Por otra parte se ha de digitalizar de acuerdo a los siguientes conceptos:

Los primeros elementos que deben formar parte de nuestro archivo son aquellos relacionados con la red hidrográfica, por ser elementos estables que condicionan el desarrollo de la sociedad. Se iniciará con la red primaria, luego la secundaria y finalmente los elementos terciarios. Creando un nodo en donde nacen los ríos y donde haya intersección con curva de nivel. La hidrografía debe ser cuidadosamente ingresada desde su punto naciente hacia donde desemboca para efectos de análisis de redes.

A continuación se digitalizan las curvas de nivel, las mismas que deben tener como atributo el valor de la elevación. Las curvas deben ser digitalizadas en forma continua, sin cortes para su acotación. Cuando una curva de nivel atraviesa un río debe formar un vértice que interseque al río en el nodo colocado al momento de la digitalización de este.

Para digitalizar polígonos se trabajará de la siguiente manera:

- Digitalizaremos líneas independientes perfectamente unidas, de tal forma que tengan una secuencia lógica los nodos compartidos. En el caso de manzanas y predios, las líneas que son compartidas deben ocupar niveles diferentes de información, de tal forma que determinen polígonos separados entre sí.
- Cada vez que se encuentre una intersección se debe terminar un elemento (línea) para comenzar, utilizando el snap (aproximación).
- No dejar polígonos abiertos, líneas duplicadas (duplicates) o líneas que sobrepasen los límites de un objeto (dangles)
- Ingresar un centroide puntual o textual, para identificarlo.

Cuando se desee crear redes, las líneas deben ser digitalizadas con sentido para facilitar su construcción y análisis

- En el caso de la digitalización de arcos, éstos se deben generar en base a segmentos de línea.

### **Procesos de Edición**

El proceso de edición de la información digital se refiere a que los temas o coberturas se encuentran completos geoméricamente y cerrados, de tal manera que las unidades representen objetos completos dentro del nivel que les corresponde, eliminando o corrigiendo cualquier error que haya sido ingresado en el proceso de la digitalización



Dentro de los errores considerados tenemos:

- Over-shooting : Elementos sobrepasados a su punto de intersección  
Duplicates : Como duplicados el sistema entenderá aquellos elementos que se encuentran en el mismo nivel y cuya geometría es idéntica.
- Intersecciones: Como intersecciones verdaderas se entiende dos líneas que están perfectamente cruzadas pero que no han sido separadas en su punto de intersección.
- Segmentos Cortos: Un vez que se han formado las intersecciones, es posible que queden pequeños segmentos que no conforman ninguna entidad, los mismos que deben ser eliminados.  
Como segmentos cortos se entienden aquellos que entran dentro de la tolerancia considerada.

También son segmentos cortos, aquellos puntos o líneas que por error se hayan dejado dentro del archivo y que entran en los límites inferiores a la tolerancia.

En este proceso es importante tomar en cuenta no correrlo con Cartografía Catastral, pues se podrían considerar como elementos cortos a aquellos elementos catastrales que estén por debajo de la tolerancia cartográfica considerada, es decir volados de 5 cm o 10 cm, podrían perderse. Por lo que se sugiere omitir este paso.

- Dangles (colgantes): Es decir uniré líneas que estén dentro de la tolerancia y que deberían formar intersecciones, y si no entran dentro de la tolerancia las señalará para que usuario determine si es o no un error.

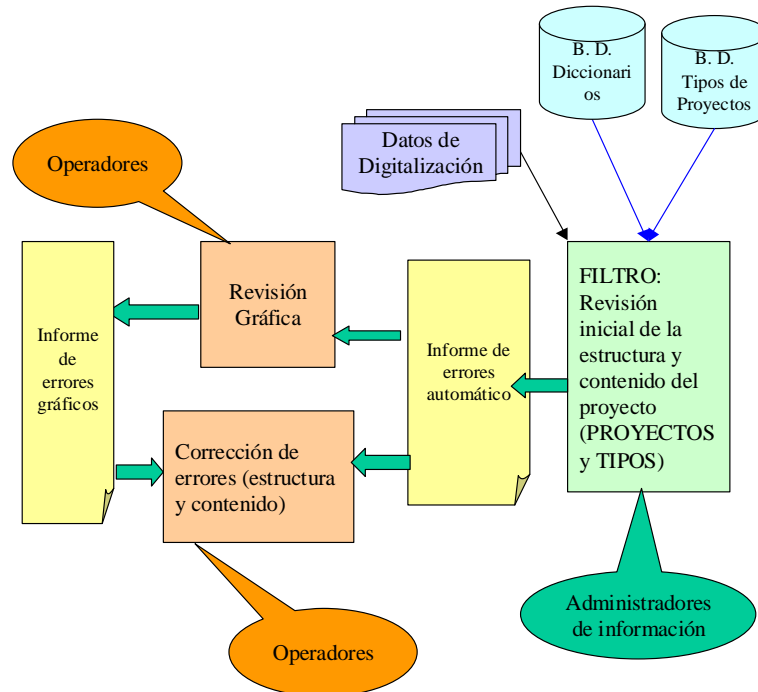
## **Toponimia Y Rotulación**

La recopilación de nombres sobre el terreno ofrece distintos problemas según sea la escala del mapa sobre el que se va a trabajar. Los mapas de pequeñas escalas reflejan únicamente la "toponimia mayor", en razón de la gran extensión de territorio que representan.

El problema es distinto en los mapas de grandes o medias escalas. Conocida por "toponimia menor" es recogida de los propios naturales de la zona, asociada a la cartografía de escalas grandes. El mapa de escalas medias, recoge una parte considerable de esta última, y en la mayoría de los casos se hace imprescindible la consulta sobre el terreno.

La recogida de toponimia en campo presenta dos aspectos principales ligados directamente entre si: la fidelidad del nombre, desbrozado de malas pronunciaciones o incorrecta escritura, y su exacta localización. La consecución de estos dos objetivos es la tarea con que debe enfrentarse el operador al salir al campo, recabando para su buen fin las ayudas de cualquier índole que considere necesarias.

## PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA DIGITALIZACIÓN



**Figura 4.** Proceso de Control de Digitalización

Una vez que se reciben los datos de la digitalización, debe realizarse un proceso de control de calidad orientado a verificar que la información entregada sea correspondiente con las especificaciones dadas.

Mediante la aplicación se podrán realizar filtros automáticos a la información. Mediante este filtro, el sistema comprueba que la estructura es adecuada y que no existen indefiniciones en el contenido (por ejemplo: no existen códigos erróneos, campos nulos, etc.)

El operador se basará en el informe emitido mediante este filtro para realizar las correcciones de estructura necesarias y además facilitará la labor de corrección de contenido (atributos mal asignados).

Mediante el filtro de carga de información el usuario obtendrá también un archivo con todos los registros que han sido rechazados en la carga, el operador sabrá exactamente que registros de cada tabla debe modificar para que la carga sea aceptada.

Este filtro podrá realizarse tantas veces como sea necesario. Es decir una vez realizados los cambios adecuados, el administrador podrá volver a cargar los datos del proyecto y realizar un nuevo informe.

Cuando el proceso termine, y se considere aceptable la información (es decir cuando esté dentro del rango de parámetros de calidad definidos para el proyecto) la información resultante del proceso de control de calidad podrá también incorporarse a la base de datos, con idea de archivar datos acerca del proceso completo de control de calidad, tales como metodología de revisión empleada, error máximo localizado, etc.

### **3.3 Actualización de Cartografía Digital Catastral, mediante el proyecto del Sistema de Información Catastral de la Dirección de Avalúos y Catastros**

La cartografía de los Municipios se ha utilizado no sólo como sistema de referencia para captar la información geográfica generada, sino también como un instrumento que ha permitido llevar a cabo la planeación de las actividades inherentes a proyectos institucionales, en especial de los operativos catastrales.

Los levantamientos catastrales corresponden a un conjunto de acciones que tienen por objeto reconocer, determinar y medir el espacio geográfico ocupado por uno o más predios e identificar alguna de sus características que los componen para diversos fines: como la identificación de las tenencia de la tierra, inventario de inmuebles, ordenamiento del territorio, conservación de áreas con importantes recursos naturales o sitios de interés histórico y particularmente de los catastros.

Considerando la tecnología de vanguardia y por lo tanto los cambios en la aplicación de las metodologías se requiere el apoyo técnico y la asesoría en lineamientos y normas del ámbito geográfico en la conformación del catastro de la propiedad social y privada, es por ello que se propuso el uso

de técnicas y estándares para lograr una cobertura cantonal en materia catastral.

### **3.3.1 Métodos utilizados para el Levantamiento Catastral**

Para el levantamiento de la información en campo se utilizó los siguientes métodos, o su combinación:

- Método directo.
- Método indirecto.

El levantamiento de la información en campo consistió en la determinación de todos los parámetros geométricos (medidas puntuales, lineales y angulares) y físicos (atributos), necesarios para obtener las coordenadas de los vértices que definen el perímetro y su superficie de cada predio, de acuerdo con las precisiones establecidas a escala 1:1000 y en las normas.

- **Método directo**

Consistió en el levantamiento geodésico que comprende una serie de medidas efectuadas en campo, cuyo propósito final es determinar las coordenadas geodésicas de puntos situados sobre la superficie terrestre.

Esta actividad implica la medición con apoyo de satélites, mediante el sistema de Posicionamiento Global (GPS).

- **Método indirecto**

Consistió en los levantamientos realizados a partir de insumos fotográficos y fotogramétricos (productos derivados-restitución) que permitieron la fotoidentificación en campo de los vértices de los predios, para determinar las coordenadas geodésicas de los mismos, una vez terminados los procesos de restitución y/o digitalización.

### **Levantamientos Cartográficos con Equipos GPS**

La cartografía base como un instrumento básico de Georeferenciación de la información catastral, representa un elemento esencial en la planeación de la vida municipal, por lo que es necesario estandarizar sus métodos de levantamiento, con el objeto de fortalecer su funcionalidad, optimizar recursos, pero sobre todo, para proveer de información oportuna y confiable al Cantón.

La generación de cartografía requiere del conocimiento preciso de la forma y dimensiones del espacio en el que se ubica la información, para conseguirlo, es necesario establecer normas, especificaciones y metodologías que le den sentido, orientación y orden, para conservarse como un insumo básico para apoyar la realización de diversos proyectos de carácter público y privado.

Por otra parte, el constante avance tecnológico en los Sistemas de Información Geográfica ha generado la necesidad de emplear los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) con el objeto de brindar mayor precisión en la representación de la información catastral y geográfica.

En este sentido, complementariamente a las actividades tradicionales de actualización cartográfica mediante topografía se incorpora la implementación de los GPS en el proyecto de actualización cartográfica de Municipios y esto genero la necesidad de regular el uso y los procesos de aplicación del uso de equipos GPS.

Con base en lo anterior, se establecieron Normas Técnicas para Levantamientos Cartográficos Catastrales con Equipo GPS en donde se considero que:

- La información cartográfica constituye un insumo para la toma de decisiones y para la planeación en el ámbito municipal.
- El desarrollo de la cartografía requiere un marco de referencia que permita definir inequívocamente y con precisión los diversos rasgos, detalles y obras de interés del terreno que en ella se representen
- Para alcanzar los propósitos de la cartografía es necesario uniformar sus levantamientos, considerando la utilización del Sistema de Posicionamiento Global (GPS).



- Es necesario generar cartografía de Sectores en formatos compatibles con el Sistema de Información Catastral.
- El desarrollo tecnológico a través de instrumentos, tecnologías de medición y análisis informático, ha obligado a evolucionar la concepción de la cartografía y de los resultados que de ella se esperan.
- Al dar uniformidad a los levantamientos cartográficos de Sectores vía GPS, sus resultados pueden orientar proyectos similares en diversas dependencias estatales y municipales, contribuyendo a la reducción del gasto público y a la obtención de información geográfica confiable y oportuna.
- La Geodesia, como soporte de la producción cartográfica ha superado en mucho su base geométrica inicial, desarrollándose en un contexto de entornos físico-dinámicos fundamentales y, que ha pasado de la bidimensionalidad a la tridimensionalidad
- Las técnicas de medición contemporáneas se inscriben en un entorno dinámico-espacial que permite resultados muy precisos en tiempos relativamente cortos en comparación con los métodos tradicionales, en particular el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
- Se debe aprovechar al máximo la potencialidad de los equipos GPS para dar la calidad requerida a los productos cartográficos.
- Todos los levantamientos cartográficos con equipo GPS que realice la Dirección de Avalúos y Catastros, deben estar sujetos a las todas las normas establecidas.

## **Etapas de los Levantamientos con equipo GPS**

Todo levantamiento cartográfico con equipo GPS se realizó siguiendo una secuencia operativa que contemplo las siguientes etapas:

- Planeación
- Reconocimiento
- Establecimiento De Puntos Base
- Levantamiento de la Información Geográfica
- Proceso Informático
- Evaluación
- Término del Proyecto

Al concluir un proyecto de actualización de cartografía con un equipo GPS de un sector, el coordinador de cada brigada entrego, al Jefe del Área de Cartografía, un respaldo del archivo vectorial del sector actualizado con equipo GPS, en formato DGN, quien a su vez hizo llegar por el mismo conducto, la información vectorizada al área de Cartografía Automatizada para su tratamiento. En tanto el Área de Cartografía no dé su visto bueno de la información recibida, se asume que el proyecto de levantamiento no ha sido concluido.

### 3.3.2 La Actualización Cartográfica

Es el conjunto de tareas de campo y gabinete, destinadas a captar información reciente de los elementos naturales y artificiales que conforman un determinado ámbito territorial, para su representación gráfica a escala y la descripción de su toponimia, en un documento cartográfico que puede ser un plano urbano o un mapa cantonal.

La Actualización Cartográfica, en el marco de la ejecución del Catastro, es la tarea de mayor importancia porque permite estimar el número de predios, información catastral, registro de todas las construcciones. Con lo cual, se reducen las posibilidades de incurrir en errores en el momento de valorar los predios, así como en la emisión justa de impuestos. Por otra parte el contar con Cartografía actualizada es contar con un insumo vital para la ejecución de proyectos en todas las áreas del Municipio.

Para la ejecución de la tarea de la Actualización Cartográfica se estableció las estrategias siguientes:

- Uniformizar los procedimientos para la ejecución de las tareas, referentes a la actualización:

**En el Área Urbana:** Actualización del Plano Urbano, Límites del área urbana y en expansión urbana.

**En el Área Rural:** Actualización del Mapa Cantonal, Actualización del Plano Rural y Límites del área rural

- Descentralizar la ejecución de actividades a nivel de grupo de trabajo.
- Simultaneidad en la ejecución de las actividades en los grupos de trabajo.
- Control de Calidad permanente en las tareas de la Actualización Cartográfica.
- Participación de personal local en la Actualización Cartográfica.

### **3.3.2.1 Actualización del Plano Urbano**

El objetivo fue contar con un plano catastral actualizado, con fotografía aérea esc. 1:5000 y restitución esc. 1:1000 y que nos permite mediante los Sistemas de Información Geográfico el análisis de la información y la toma de decisiones correctas.

Para la actualización del plano catastral se realizaron:

#### **Actividades Previas a los Operativos de Campo**

El principal insumo cartográfico de apoyo fue el plano del Sector urbano más actualizado, ya que permitió llevar un control de avance y cobertura geográfica, evitando con esto omisiones o duplicidades.

#### **Actividades Durante los Operativos de Campo**

Se utilizó el plano de apoyo para la actualización de la cartografía catastral utilizando la cinta o GPS.

El plano a actualizarse, se encontraba dividido en sectores, los que se constituyeron las unidades de trabajo de la actualización.

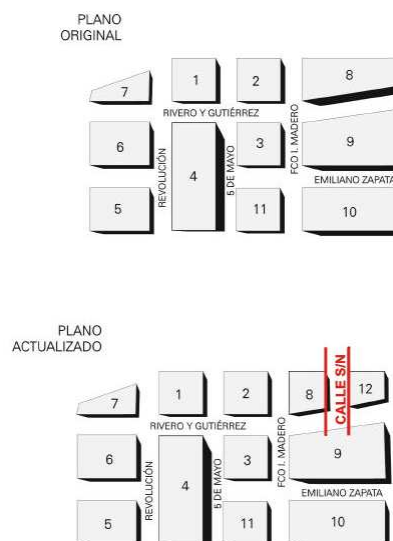
El trabajo se efectuó mediante el recorrido sistemático de todas las manzanas que comprenden el o los sectores asignados, a fin de observar los cambios ocurridos en las manzanas existentes en el plano para realizar las modificaciones o graficar las manzanas nuevas.

El procedimiento fue el siguiente:

Recorrer calle por calle y verificar la existencia de modificación, unión, fraccionamiento, desaparición o incorporación de nuevas manzanas, así como también el nombre de las avenidas, calles, pasajes, etc.

Las modificaciones más comunes que se presentaron al verificar el plano de Sector en el terreno se detallan a continuación:

### Apertura de calles



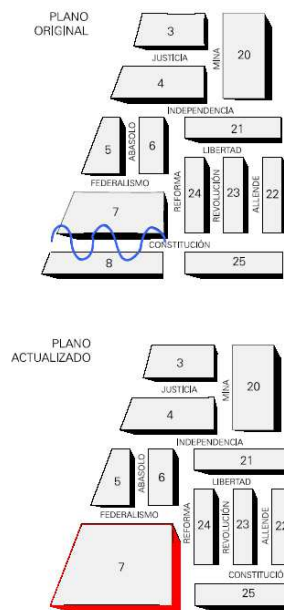
**Figura 5.** Apertura de Calles  
Fuente: Dirección de Avalúos y Catastro

### Subdivisión de manzanas



**Figura 6.**Subdivisión de Manzanas  
Fuente: Dirección de Avalúos y Catastro

### Cierre de calles

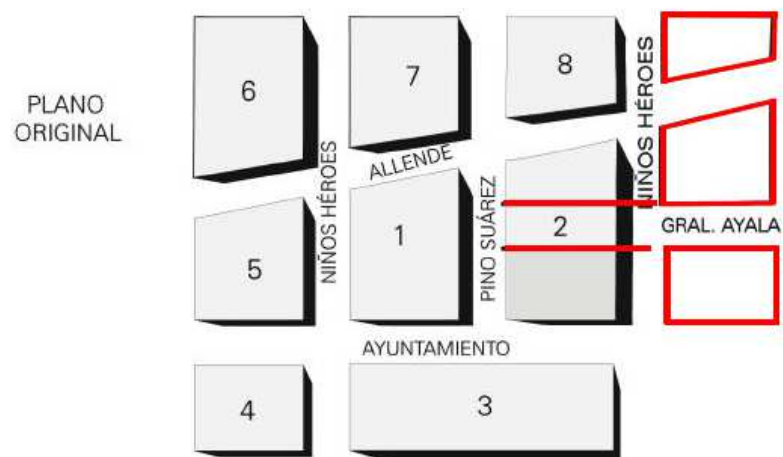


**Figura 7.**Cierre de calles  
Fuente: Dirección de Avalúos y Catastro

Verificación del nombre de la vía

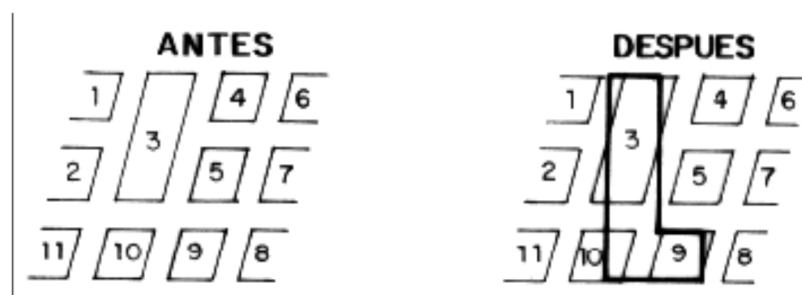
- Existencia de Vías con dos nombres
- Existencia de vías sin nombre

Áreas omitidas o de nueva creación



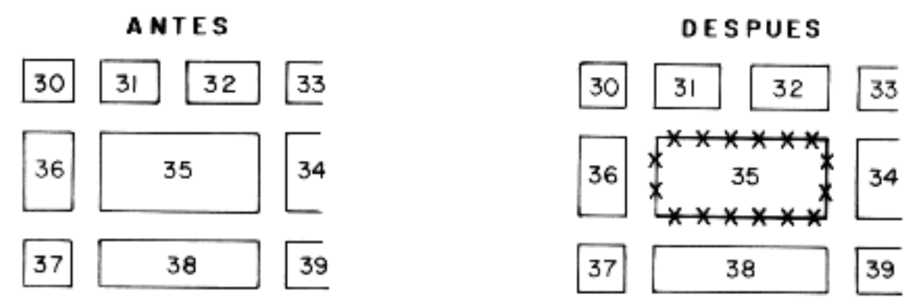
**Figura 8.** Áreas omitidas o de nueva creación  
Fuente: Dirección de Avalúos y Catastro

Replanteo de manzanas



**Figura 9.** Áreas omitidas o de nueva creación  
Fuente: Dirección de Avalúos y Catastro

### Desaparición de manzanas



**Figura 10.**Desaparición de manzanas  
Fuente: Dirección de Avalúos y Catastro

### Simbología para las Actividades Económicas

La simbología básica para las Actividades Económicas fue tomada como base del listado de usos determinado en el *Código Industrial Internacional Uniforme CIIU*, el cual ha sido simplificado para el caso del Cantón Mejía y recodificado para el fácil uso de los relevadores.

### Actualización con Cinta

Las mediciones que se realizaron con cinta son relativas a las manzanas, los predios y las construcciones.

### Actividades Después de los Operativos de Campo

1. La información recogida en campo fue entregada en formato digital de acuerdo a los Estándares Cartográficos y utilizando un CAD (formato DGN) con el total de construcciones, predios y manzanas levantadas.



2. Anexo al archivo digital se entrego un “Informe de Actividades del Actualizador” a fin de generar una memoria secuencial de trabajos. En este informe a más de detallar información referida a número de entidades levantadas, se detallo novedades, dificultades y observaciones que pudieran ayudar en la generación de la base de datos.
3. Se entrego además la ficha predial llena de acuerdo al “Manual de la Ficha Predial”, de cada uno de los predios levantados.

### **3.3.2.2 Estructuración de la Cartografía Catastral**

## **ESTÁNDARES PARA LA GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA CATASTRAL URBANA DIGITAL**

La ejecución de los documentos base que constituye el Catastro Urbano, comprende la realización de planimetría general con representación del suelo de naturaleza urbana a escala 1:5000 y plano predial a escala 1:1000.

### **Contenidos de la Cartografía Catastral Urbana**

- **Obtención de Atributos**

Paralelamente al levantamiento de cada predio, se realizó el levantamiento de todos aquellos rasgos geográficos existentes en el área

de trabajo, mediante la aplicación de fichas de información, así como de los puntos de inflexión e información complementaria que describa detalladamente a cada predio.

- **Información Catastral**

Los planos contienen la información predial relativa a:

- Alineación de exteriores e interiores y linderos que afecten las delimitaciones de manzanas y predios urbanos (o construcciones).
- Definición del número de alturas o pisos sobre y bajo el nivel de cada predio.
- Referencia de manzanas y predios catastrales que se efectuaron y actuaron según instrucciones correspondientes
- Nombre de las vías públicas

- **Fichas de campo**

En todo levantamiento catastral con método geodésico-topográfico y/o fotogramétrico se debe levantar en campo y se debe integrar y validar con el procesamiento de la información, siendo las siguientes:

- a) **Fichas de vértices de control geodésico**, En ellas se registraron la información de los vértices de control que se establecieron en el levantamiento catastral, para obtener su ubicación geográfica precisa e

información complementaria en apoyo a la verificación y análisis de los datos al momento de procesar la información.

- b) **Fichas de datos básicos catastrales**, En ella se captaron los atributos de cada uno de los predios medidos en áreas las urbanas, en lo referente a su identificación, ubicación, datos del propietario, tipo de tenencia, características del uso del suelo, de la construcción y servicios, entre otros aspectos.
  
- c) **Fichas de control del levantamiento catastral**, En ellas se registraron información relacionada con la identificación y ubicación del predio, el Sistema Geodésico de Referencia, el método de levantamiento, el equipo empleado, y datos de la proyección cartográfica.

Si es necesario se levanta información adicional a la prevista en los puntos anteriores, dependiendo de las necesidades y requisitos específicos de cada predio.

- **Mobiliario urbano**

Se incluirán los siguientes elementos:

- Límites de aceras.
- Red de vías públicas: delimitación de sus márgenes y medianas
- Delimitación de zonas de interés: urbanizaciones, zonas deportivas,

militares, comerciales, etc.

## **Formación de las Memorias**

Memoria de deslinde predial correspondiente a la ficha catastral levantada en campo.

## **Instrucciones técnicas para la estructuración y automatización**

### Recogida y estructuración de elementos puntuales

Los objetos puntuales que no son centroides pueden ser representados, en forma de símbolos convencionales, y cualquier atributo y/o rotulación asociado puede ser recogido en el campo de atributos de la cobertura de entidades puntuales

### Recogida y estructuración de elementos lineales

La descripción de objeto lineal vendrá recogida en la descripción de cada uno de los tramos que la componen.

Además, ciertos tipos de entidades llevarán atributos específicos. Estos tipos son vías de comunicación y los ejes de vías. El atributo de una cierta entidad deberá ser designado a todos los tramos que la componen, incluyendo aquellas entidades que están representadas por líneas paralelas, por ejemplo carreteras.

Ciertos tramos, que queden ocultos por superposición con elementos lineales, podrán llevar una codificación especial denominada entidad lineal virtual. Este sería el caso de los tramos del río atravesados por un puente.

Además se deberán digitalizar todos los ejes de vía formando una malla que describe el caso urbano. Se deberá registrar un nodo en cada intersección entre ejes.

### Recogida y estructuración de elementos superficiales

Los objetos superficiales se definen por un centroide.

En el caso de las manzanas, el centroide deberá llevar un atributo con la referencia catastral que quedo definida por tres dígitos.

En el caso de los predios, deberá llevar atributos de referencia catastral de la manzana a la que pertenece, referencia catastral del predio. La referencia catastral se represento por 11 dígitos como clave principal y para casos de propiedad horizontal se sumarán 9 dígitos más teniendo un total de 20 dígitos.

### Información de la Cobertura Toponimia (textos)

Toda la rotulación que no haya sido capturada en los ficheros de superficies o de entidades lineales deberá ser recogida en las coberturas de textos.

Entre la rotulación se encuentra la asociada a hidrografía, vías de comunicación, ejes de vías, toponímicos varios como los pertenecientes a cascos urbanos, términos municipales limítrofes, accidentes geográficos, etc.

### **3.4. Generación del Mapa Base a Escala 1:5000**

Una vez obtenida la Cartografía Base y Catastral a escala 1:1000, se procedió a la depuración de la información vectorial y generación de un nuevo archivo, en donde únicamente quedarán representados los elementos correspondientes a la escala 1:5000, como se muestra en el Anexo 3, Mapa 1

Estos mapas a escala 1:5000 también son denominados Mapas Catastrales ya que representan a los predios o parcelas, los límites de estos polígonos son caminos, ríos, ferrocarriles.

El contenido del Mapa Base es el siguiente:

#### a. Relieve

Su representación se realiza por el sistema de curvas de nivel:

Escala 1:5000

Curvas intermedia: 5m

Curvas principales: 25m

#### b. Hidrografía

Todos los elementos hidrográficos naturales y artificiales.

#### c. Usos del suelo

Cultivos y aprovechamientos del suelo, vegetación natural y las distintas clases de terrenos improductivos.

Además el Mapa Base contiene vías de comunicación, divisiones administrativas, líneas de transporte de energía, etc., y, en general, toda obra que la acción del hombre aporta al terreno.

La Toponimia en los mapas a esta escala serán los propios naturales de la zona y es fundamental en este tipo de mapas para poder localizar una parcela.

### **4. DISEÑO, ESTRUCTURACIÓN Y GENERACIÓN DE LA GEODATABASE**

Para el Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi para la Planificación de Servicios Básicos con el Uso de Herramientas SIG, es necesario conocer el concepto básico de SIG, ya que mediante el uso de este sistema de información como software, se generó la Geodatabase, del presente estudio, bajo el Modelo Conceptual, Lógico y Físico.

Un SIG es un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión. (NCGIA, 1990)

El mundo real es representado espacialmente por los Sistemas de Información Geográfica los que se han convertido en la última década en herramientas de trabajo esenciales en el planeamiento urbano y en la gestión de recursos. Su capacidad para almacenar, recuperar, analizar, modelizar y representar amplias extensiones de terreno con enormes volúmenes de datos espaciales les han situado a la cabeza de una gran cantidad de aplicaciones. Los Sistemas de Información Geográfica se utilizan actualmente en la planificación territorial, modelado de datos, valoración, planificación del transporte y de las infraestructuras, y otras muchas más.

Para representar los datos geográficos, existen bases de datos geoespaciales que son una visión dinámica de los aspectos específicos del espacio geográfico que junto con herramientas como los SIG permiten a los usuarios alcanzar los objetivos en distintas aplicaciones para el manejo de los datos. La forma de representar estos datos, se conoce como Modelos de Datos (Lo y Yeung, 2007). En este capítulo se hará énfasis al modelo de datos geodatabase.



Una geodatabase o base de datos espacial, como parte del SIG soporta el almacenamiento físico de geoinformación, además la geodatabase requiere de una serie de procedimientos que permitan hacer un mantenimiento de ella. Dentro de esta los datos espaciales son tratados como otro tipo de dato, por lo general como un tipo de dato geometry que guarda la ubicación del objeto con relación al mundo físico y los datos no espaciales o atributos para el almacenamiento de datos alfanuméricos.

Los datos pueden ser del tipo vector (punto, línea o polígono), estos datos deben tener asociado un sistema de referencia espacial, y de tipo raster y alfanumérico.

La principal ventaja de manejar información espacial en una geodatabase y no en archivos del sistema es que se aprovechan las ventajas del SGBDR (Sistema Gestor de Base de Datos Relacional), esta incluye:

- Restricciones de acceso y seguridad de la información
- Soporte para SQL (Structured Query Language) para realizar consultas espaciales complejas
- La arquitectura cliente-servidor de la base de datos permite que múltiples usuarios realicen consulta y edición simultánea.

#### **4.1 Modelo de Datos Geográficos**

En general, se entiende por modelo de datos al conjunto de información que define las tablas en que ésta se va a almacenar, así como las relaciones existentes entre ellas y el resto de características que permiten conocer exhaustivamente la estructura de la información.

En el caso de los proyectos de información geográfica esta definición sigue siendo válida si bien es necesario ampliarla, puesto que no basta con describir la forma de estructurar la información alfanumérica sino también la gráfica. Por lo tanto el modelo de datos de un proyecto de información espacial es el conjunto de información en el que se describen tanto los contenidos del proyecto, como la forma de estructurarlos para que sea factible su manejo en formato digital. El modelo comprende tanto información sobre las tablas y sus relaciones, como sobre los elementos gráficos que lo componen, especificando cómo se van a representar geoméricamente cada una de las entidades y cómo se van a agrupar en distintas capas (CORANTIOQUIA, 2004).

Un modelo de datos geográfico es una abstracción del mundo real que emplea un conjunto de datos y objetos que soportan ser desplegados como un mapa, consultas, edición y análisis. En un SIG, la forma en que se decida desplegar y analizar la información depende del modelo

geográfico que se emplea para representar el mundo real. Se conocen tres generaciones de modelos geográficos (Negrete y Rodríguez, 2004):

La Geodatabase provee un modelo físico de los datos más cercano al modelo de datos lógico, permite implementar la mayoría de los comportamientos normales de los componentes, sin tener que escribir un código. La mayoría de estos comportamientos, están implementados a través de dominios, reglas de validación y otro tipo de funciones.

Convencionalmente, el diseño de los modelos de datos comprende tres etapas secuenciales de modelado: conceptual, lógico y físico. Cuando el proceso de modelado de datos se lleva a cabo en estas tres etapas, las bases de datos llegan a ser más rigurosamente definidas, resultando en una serie de descripciones y especificaciones formalizadas progresivamente, llamados esquemas conceptual, lógico y físico. Bajo el concepto de entidad-relación (E-R), los modelos pueden definirse de la siguiente forma (Lo y Yeung, 2007): Modelo Conceptual, Modelo Lógico y Modelo Físico.

#### **4.1.1 Modelo Conceptual**

El propósito de este modelo es definir en términos amplios y genéricos el ámbito y los requerimientos de la base de datos

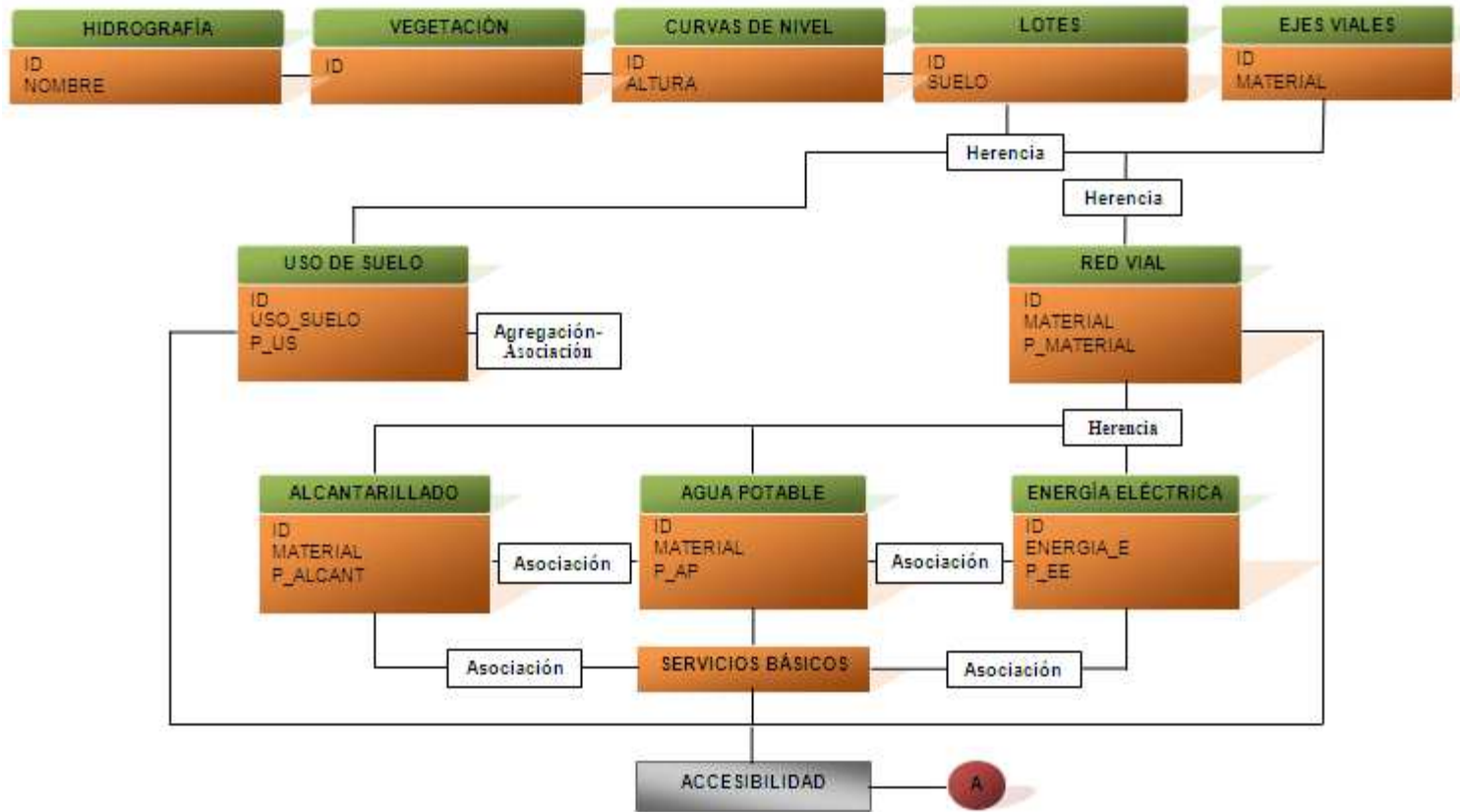
identificando entidades relevantes en las funciones del proyecto, atributos que caracterizan la entidad, relaciones entre entidades y realizando el diagrama que representa los conceptos básicos del modelo. Representa el nivel más alto en el modelado de datos, debido a que describe el contenido más que la estructura de almacenamiento de la base de datos, usa diagramas conocidos como esquemas conceptuales. (UNIVERSIDAD DE GRANADA)

La Base de Datos Espacial para el Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi para la Planificación de Servicios Básicos con el Uso de Herramientas SIG, contendrá los siguientes datos:

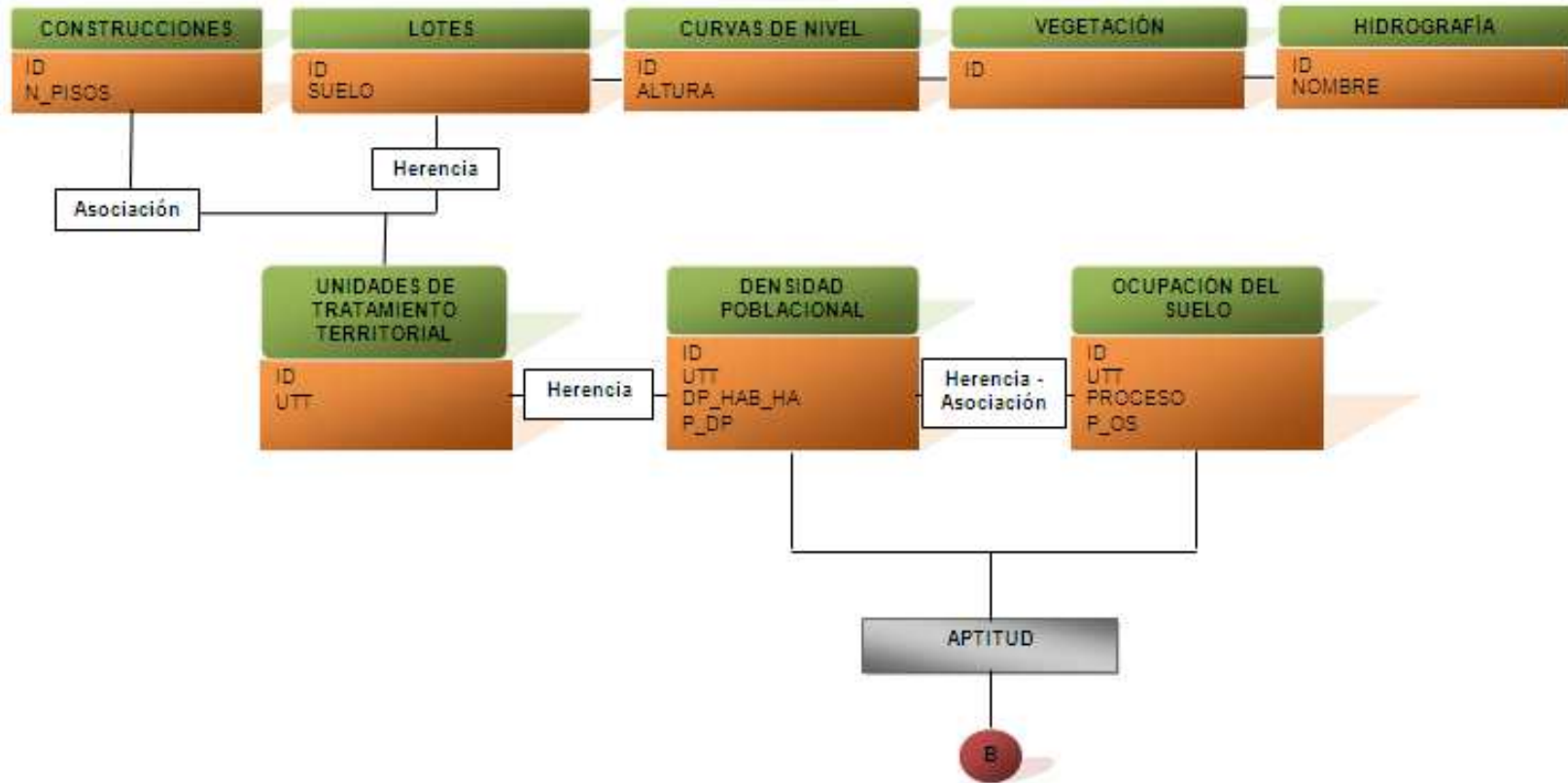
- **Entidades.**- son los objetos de interés del estudio.
- **Atributos.**- son las características de las entidades, por medio de las cuales se representa las propiedades de los objetos de nuestro interés.
- **Relaciones.**-son las conexiones o asociaciones entre las entidades u objetos.

### **Preparación del Modelo Conceptual**

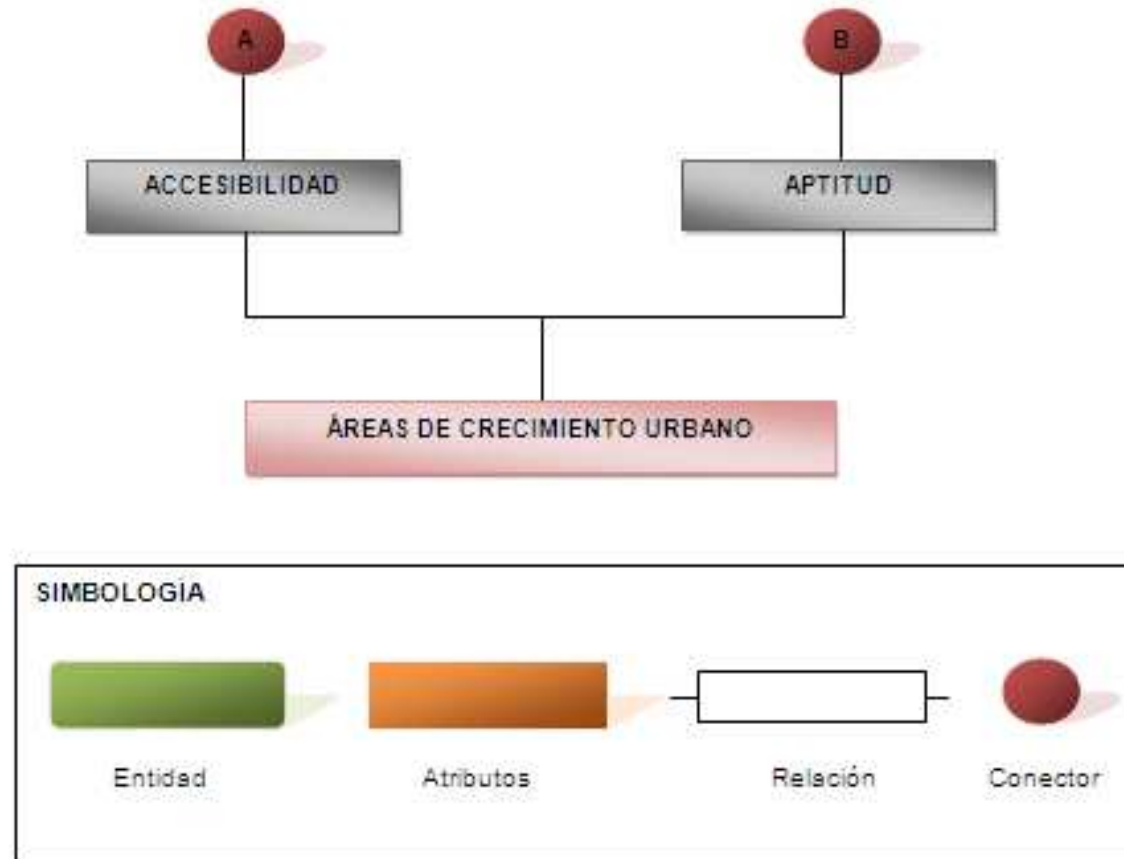
1. Identificación de entidades (Requerimientos)
2. Identificación de atributos
3. Identificación de relaciones



Continúa →



Continúa →



**Figura 11.** Modelo Conceptual

#### 4.1.2 Modelo Lógico

Consolida, refina y convierte el esquema conceptual en un sistema específico de modelado definido como esquema lógico, a través de tres pasos:

- Proyectar el esquema conceptual al esquema lógico
- Identificar las claves principales y secundarias
- Normalizar las tablas de atributos

Para el caso de bases de datos geoespaciales es necesario adicionalmente, realizar el diseño de capas o coberturas para implementar el SIG. El esquema lógico no representa aún la implementación completa del modelo de datos, debido a que solo es expresado en términos de las características de la base de datos. El propósito de este esquema es representar la base de datos en su totalidad e identificar los problemas potenciales que podrían existir en el modelo conceptual como: datos irrelevantes, omisiones o pérdida de datos, representación inadecuada de entidades, falta de integración entre varias partes de la base de datos.

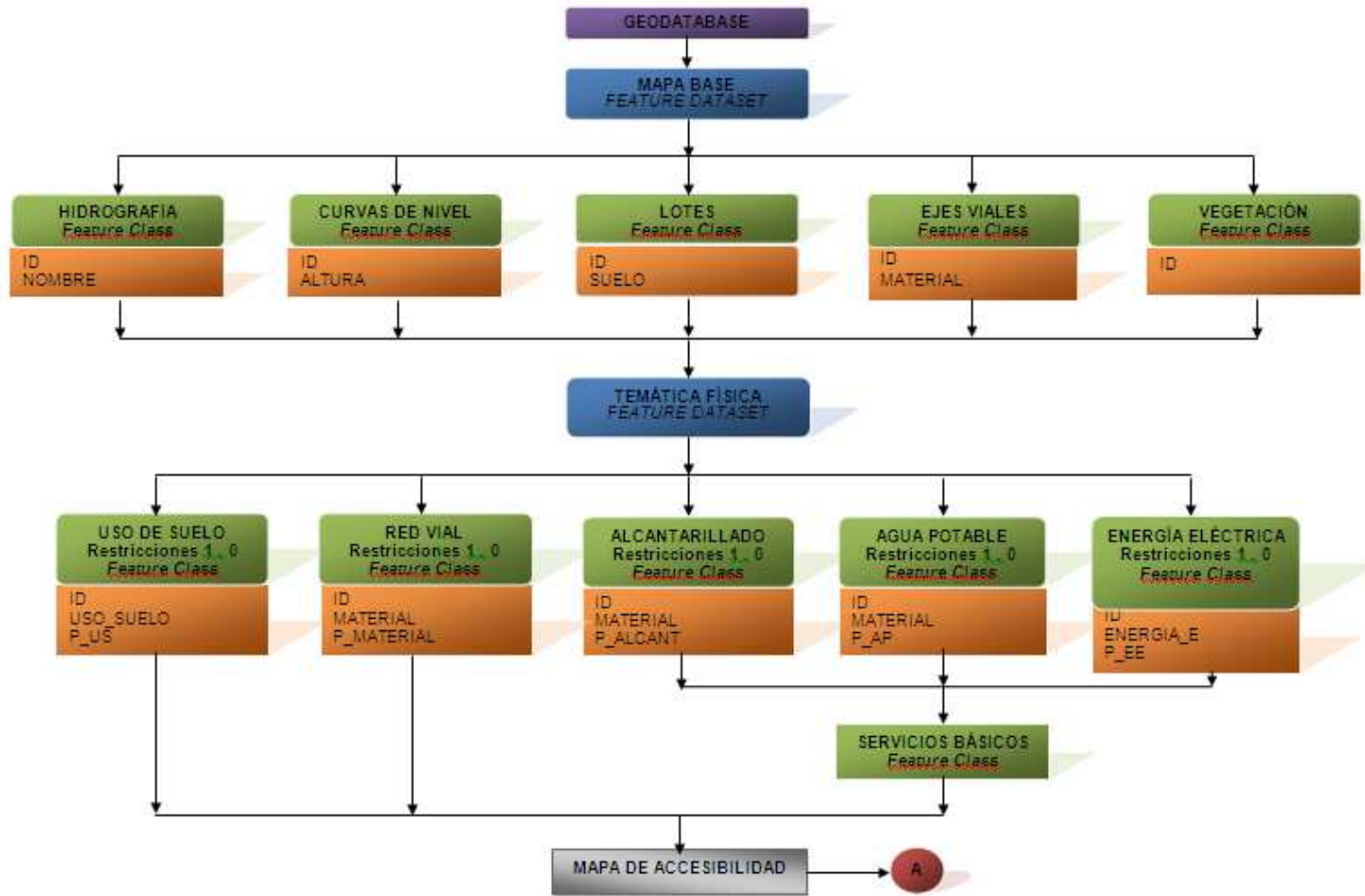
Para definir el modelo lógico de datos, se identificaron las entidades geográficas que debían aparecer en el sistema y los atributos que contendrían. Posteriormente, se agruparon dichas entidades en clases y se definieron capas temáticas en las que se agruparían las mismas,



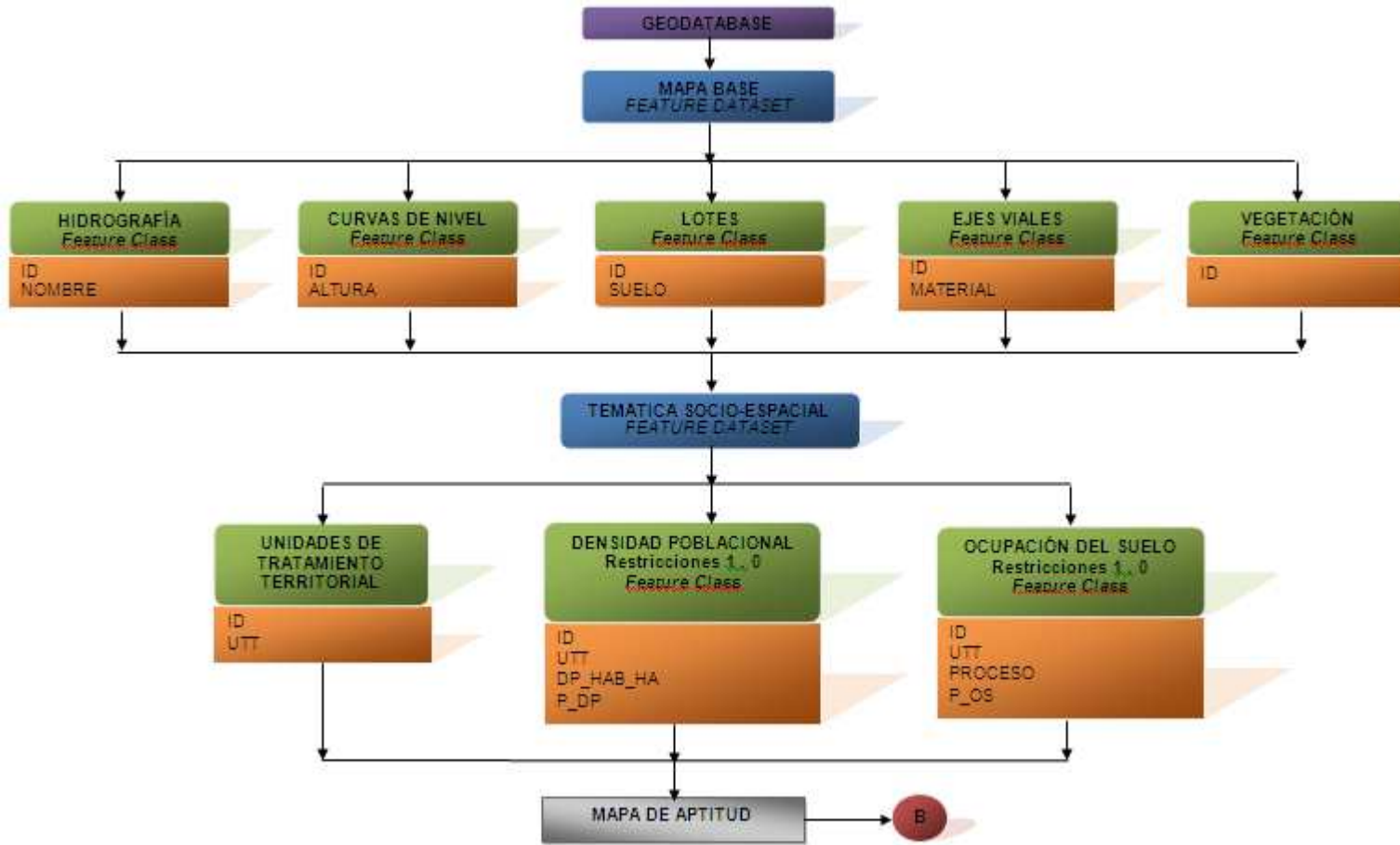
obteniéndose una serie de ámbitos representativos del territorio contemplado (en última instancia, los datasets). Finalmente, se definieron reglas de comportamiento de las distintas clases, y entre ellas, como lo son las restricciones.

**Restricciones.-** Son reglas que se aplican a un elemento o a sus características, son valores binarios que permiten definir si el objeto es válido o no para el estudio (Bosque., J). El valor que tomará el objeto válido será 1 (uno) y los no válidos será 0 (cero).

En el Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi, se colocó el valor de 1 para los atributos verdaderos, que nos permitirán obtener, después de un procesamiento de todos los datos, las áreas de crecimiento urbano. (Sparks)



Continúa →



Continúa →



### 4.1.3 Modelo Físico

Representa el nivel más bajo en el modelado de datos. Define la estructura específica de almacenamiento y las rutas de acceso a las bases de datos. Especifica cómo los datos serán almacenados y cómo fluirán dentro del proceso. Por lo tanto, este modelo es dependiente del software y del hardware que serán utilizados. El resultado es un esquema físico conocido como diccionario de datos que contiene las características de los ítems para las clases e ítems para los atributos y las especificaciones de la base de datos física.

El modelo físico de datos, la geodatabase propiamente dicha se ha realizado basado en el modelo lógico, antes realizado, mediante el agrupamiento lógico de entidades en datasets (contenedores de features – entidades espaciales- y las relaciones entre ellos), las propias entidades en features y las relaciones entre ellas en diferentes relaciones, utilizando para ello las clases y paquetes que ofrece la herramienta GIS para modelar todo el conjunto de información manejada. Con el diseño terminado y la geodatabase implementada, el siguiente paso en el proceso fue la carga de datos de la misma.

Los componentes que se utilizaron en la geodatabase son: *datasets*, *feature clases* y *raster dataset*, definidos de la siguiente forma (Zeiler, 1999):

**Feature class:** es una colección de características con el mismo tipo de geometría: punto, línea o polígono.

**Feature dataset:** es una colección de *feature classes* que comparten un sistema de coordenadas común.

**Raster dataset:** pueden ser *dataset* simples o compuestos con múltiples bandas para distintos espectros o valores categóricos.

Otros componentes de la geodatabase son los subtipos, dominios y topología (notas de clase Horfan, 2008):

**Subtipos:** forma de clasificación interna a nivel de un *feature class*. Los subtipos pueden tener un comportamiento diferente en su interior. En ellos los elementos se agrupan en clases, las cuales son un conjunto homogéneo de elementos básicamente del mismo tipo pero pueden contener variaciones considerables. Por ejemplo: una parcela puede ser rural, urbana, clasificarse en residenciales, comerciales, municipales, industriales, etc, como es el caso en estudio.

**Dominios:** forma de limitar las entradas (datos) de un campo. Deben cumplir unas reglas. Pueden ser: un rango de valores o lista de valores. A través de los dominios, un atributo puede tomar un valor de un conjunto de valores predefinidos, con lo que se evita el ingreso de datos

erróneos en la base de datos, se asegura una mayor compatibilidad y corrección en los datos y se permite un valor por defecto, inclusive para cada subtipo.

**Topología:** en la geodatabase administra las relaciones y asegura la integridad espacial del conjunto de datos. Se abstrae la realidad y se deben conservar las relaciones de existencia y ubicación espacial. Existen relaciones espaciales de adyacencia, proximidad y conectividad entre características geográficas.

La geodatabase no solamente define cómo se almacenan los datos, el acceso y la administración, sino también permite a los usuarios mantener una coherente y precisa base de datos geoespaciales y la aplicación de una lógica compleja del negocio.

## **4.2 Diseño del Modelo de Datos**

A partir del análisis de los modelos y el resultado del análisis de requerimientos para el Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi para la Planificación de Servicios Básicos, se diseñó el modelo de datos. (García & Otalvaro, 2009)

Inicialmente las capas seleccionadas para conformar el modelo de datos, se agruparon en dos Dataset que fueron definidos según los temas de mayor importancia para el Modelamiento. En estos Dataset

se identificaron cada una de las clases y su correspondiente geometría, dando como resultado una aproximación al modelo conceptual.

Para garantizar que el modelo conceptual si recogiera las necesidades del Modelamiento, se convocó a una reunión en la que hicieron grandes aportes personas involucradas en el tema como lo son los profesionales involucrados en el tema (arquitectos), de tal forma que todos pudieran hacer aportes y a partir de las observaciones expuestas, retroalimentar y ajustar el modelo propuesto. Entre las observaciones realizadas se sugirieron los atributos de algunas capas y relaciones entre ellas.

En el Anexo 1 se presentan las clases que integran cada uno de los Dataset y la geometría definida para cada una de ellas.

Esto condujo que a partir del esquema del modelo conceptual se procediera a elaborar el diccionario de datos del modelo, tomando los requerimientos para el Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi para la Planificación de Servicios Básicos. Para elaborar el diccionario se eligieron los ítems para la clase y los atributos:

Ítems para la clase:

- Grupo de objetos: identifica el nombre del Dataset en el que se clasificó la Clase



- Nombre del objeto: corresponde al nombre de la clase
- Escala: sugiere la escala a utilizar para la clase
- Fuente: indica de dónde proviene la información de la clase
- Tipo: indica la geometría (punto, línea, polígono) de la clase
- Representación gráfica: imagen con el tipo de geometría de la clase
- Definición: descripción detallada de la clase

Ítems para los atributos:

- Atributos: campos de información asociadas a la clase.
- Tipo: indica el formato del campo bajo el que se almacenará el atributo
- Longitud: describe el tamaño del campo
- Descripción: definición detallada del atributo.

La representación de cada una de las clases en el diccionario de datos se realizó utilizando el formato que se muestra en la Figura 13.

<b>Grupo de Objetos:</b>			
<b>Nombre del objeto:</b>	<b>Escala:</b>	<b>Tipo:</b>	
	<b>Fuente:</b>	<b>Representación gráfica:</b>	
<b>Definición:</b>			
<b>Atributos</b>	<b>Tipo</b>	<b>Longitud</b>	<b>Descripción</b>
<b>Subtipo:</b>			
<b>Dominio:</b>			
<b>Observación:</b>			

**Figura 13.** Estructura del Diccionario de Datos

Con base en el diccionario de datos, se procedió a elaborar el esquema del modelo lógico a través de la construcción de una geodatabase personal, para lo cual se tuvo en cuenta lo siguiente:

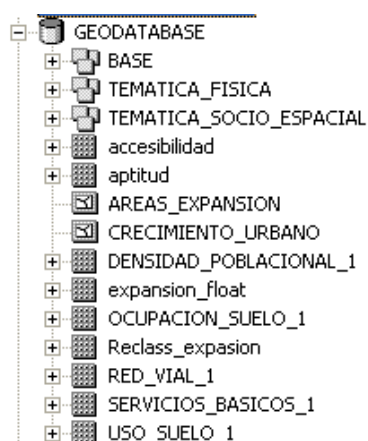
- Extraer los Dataset
- Asignar la Feature class
- Identificar dentro de los feature class los subtipos y dominios para garantizar la integridad de la geodatabase
- Creación de las relaciones entre los elementos de la geodatabase

Una vez creada la geodatabase y para probar el funcionamiento adecuado de los diferentes dataset en relación a la aplicación de subtipos y dominios dentro de cada feature class, se utilizó la opción de edición en ArcMap donde se cargó cada feature class y se utilizó las herramientas de ARCGIS para realizar el MODELO CARTOGRÁFICO y con ello comprobar la funcionalidad de cada subtipo o dominio correspondiente.

#### **4.3 Modelo de Datos Geográfico para el Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi**


El modelo de datos geográfico surge como el resultado del diagnóstico de la situación territorial del área urbana de la ciudad de Machachi, de acuerdo con los resultados encontrados en el análisis de requerimientos se construyó la Geodatabase que agrupó la información de forma estratégica, teniendo en cuenta las

características propias de la información, en 3 Dataset, 14 *feature class*, que dan cuenta de las acciones, necesidades y proyecciones del territorio Figura 14.



**Figura 14.** Estructura de la Geodatabase

En el diccionario de datos Anexo 2 se detallan las características de cada uno de los *feature class* que constituyen los *dataset*, los cuales fueron ajustados con la retroalimentación hecha por los profesionales antes mencionados. En la Figura 15-16-17 se presenta un ejemplo de *feature class* por *dataset*.

Grupo de Objetos: Base				
Nombre del objeto: Construcciones	Escala:	1:1000	Tipo:	Polígono
	Fuente:	Municipio de Mejía	Representación gráfica:	
Definición: Construcciones asignadas con número de unidad y piso				
Atributos	Tipo	Longitud	Descripción	
N_PISOS	String	5	Número de la unidad de construcción y de piso	
Subtipo N_PISOS: 1-1, 1-2, .....				

**Figura 15.** Ejemplo de los *feature class* en el Diccionario de Datos.


Grupo de Objetos: Temática Física				
Nombre del objeto: Uso_Suelo	Escala:	1:5000	Tipo:	Polígono
	Fuente:	Municipio de Mejía	Representación gráfica:	
<b>Definición:</b> Lotes que definen el uso de suelo				
Atributos	Tipo	Longitud	Descripción	
USO_SUELO	String	20	Nombre del uso de suelo	
P_US	String	1	Restricción "1" o "0"	
<b>Subtipo Uso_Suelo:</b> Habitacional, Comercial, Servicios, Áreas Recreativas, Instituciones Educativas, Salud				
<b>Subtipo P_US:</b> "1" o "0"				
<b>Observación:</b> Los lotes asignados con uso de suelo habitacional servirán para definir el crecimiento urbano				

Figura 16. Ejemplo de los feature class en el Diccionario de Datos.


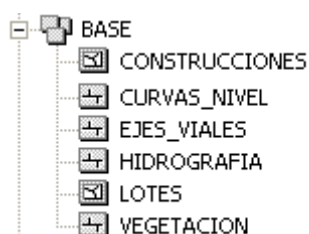
Grupo de Objetos: Temática Socio Espacial				
Nombre del objeto: Ocupación_Suelo	Escala:	1:5000	Tipo:	Polígono
	Fuente:	Municipio de Mejía	Representación gráfica:	
<b>Definición:</b> Lotes asignados con la unidad de tratamiento territorial				
Atributos	Tipo	Longitud	Descripción	
UTT	String	6	Número de la unidad de tratamiento territorial	
PORC_CONSOLIDACION	Double		Porcentaje de Consolidación	
PROCESO	String	20	Proceso de Consolidación	
P_OS	String	1	Restricción "1" o "0"	
<b>Subtipo UTT:</b> UTT1 a UTT71				
<b>Subtipo PORC_CONSOLIDACION:</b> % de Consolidación para determinar el Proceso				
<b>Subtipo PROCESO:</b> Consolidado, En proceso, No consolidado				
<b>Subtipo P_OS:</b> "1" o "0"				
<b>Observación:</b> El proceso de consolidación se define en base a los habitantes por UTT				

Figura 17. Ejemplo de los feature class en el Diccionario de Datos.

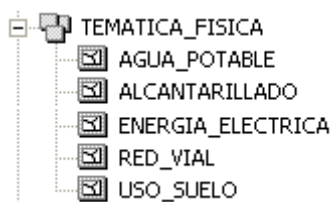
La definición y estructura de cada uno de los Dataset se detalla a continuación:

**Base:** Contiene seis feature class con información referente cartografía base como curvas de nivel, hidrografía, vegetación, lotes, construcciones y ejes vales a escala 1:1000. En este dataset se crearon cinco subtipos y se establecieron relaciones entre los feature class Figura 18.



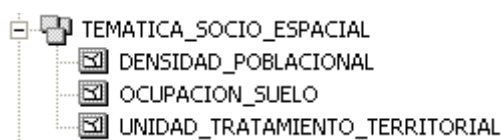
**Figura 18.** Feature Dataset Base

**Temática Física:** Contiene cinco feature class con información referente a uso de suelo, red vial y servicios básicos. En este dataset se crearon diez subtipos y se establecieron relaciones entre los feature class Figura 19.



**Figura 19.** Feature Dataset Temática\_Física

**Temática Socio Espacial:** Contiene tres feature class con información referente a unidades de tratamiento territorial, construcciones, densidad poblacional y ocupación del suelo. En este dataset se crearon ocho subtipos y se establecieron relaciones entre los feature class Figura 20.



**Figura 20.** Feature Dataset Socio\_Espacial

El sistema de coordenadas asignado a los Dataset corresponde al Sistema de referencia WGS84, dado que la información cartográfica del Cantón Mejía tiene establecido este sistema.

Al realizar el análisis espacial para comprobar el funcionamiento adecuado de los diferentes dataset, en relación a la aplicación de subtipos dentro de cada feature class resultaron satisfactorias.

## **5. VARIABLES FÍSCAS Y SOCIO-ESPACIALES Y GENERACIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA A ESC. 1:5000**

### **5.1 Variables Físicas**

#### **5.1.1 Uso de Suelo**

La clasificación del suelo responde a una visión estratégica y a una manifestación planificadora de criterios de uso sustentable para el desarrollo económico y social. Esta clasificación corresponde a características actuales, potenciales y de vocación, así como a sus restricciones por uso antrópico o de riesgo natural, por lo que se ha definido criterios previos para el Modelamiento de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi.

**Suelo Urbano** es el que cuenta con vías, redes públicas de servicios e infraestructura y ordenamiento urbanístico definido y aprobado. Este suelo por su uso genérico puede ser residencial, múltiple, comercial, industrial, de equipamiento y de protección especial del patrimonio edificado.

**Suelo urbanizable** es el que cuenta con planeamiento e infraestructura parcial: aquel susceptible de ser incorporado al proceso urbanizador bajo las normas y plazos establecidos en las etapas de incorporación.

**Suelo no urbanizable** son áreas que por sus condiciones naturales, sus características ambientales y de paisaje, turísticas, históricas y culturales, su valor productivo agropecuario, forestal o minero, no pueden ser incorporadas con fines de urbanización, como lo son el Parque Nacional Cotopaxi, la Reserva Ecológica Los Ilinizas y El Bosque Protector Pasochoa, además de poseer elevaciones como El Corazón, Rumiñahui, etc., que hacen que el suelo alrededor de ellos sea conservado y

protegido ya que en ellos predominan los páramos, principal fuente de agua del cantón Mejía.

A fin de organizar y direccionar el crecimiento de la urbanización en relación directa con las demandas del crecimiento poblacional, de los patrones económicos y culturales de la ocupación del suelo, de la capacidad institucional de infraestructura y servicios, se incorporó área urbanizable y se han previsto etapas de incorporación de suelo por quinquenios.

Machachi como capital cantonal, sede político administrativa aglutina un sin número de instituciones del gobierno central y provincial; alberga agencias y sucursales bancarias de entidades financieras de enorme soporte para el cantón; en lo comercial define un patrón de asentamiento de actividades comerciales focalizadas al sector agropecuario. Los locales destinados a prestación de servicios y comerciomotiva y genera vida urbana.

Para el análisis del uso del suelo se consideraron las siguientes categorías principales:

- **Comercio y servicios**

Significa que la planta baja de los predios esta utilizada para las actividades de intercambio y servicios, se delimito por las frentes de



manzana en la cual de 50% a 100% de los predios tienen actividades comerciales o de servicio.

- **Residencial**

Se delimito por las frentes de manzana en la cual los predios desarrollan actividad residencial y hasta el 20% actividad comercial o de servicios.

Aparte de estos usos principales se determinaron las siguientes actividades de:

- Educación: jardín, primaria y secundaria
- Salud: hospital
- Recreación, culto

Por tal motivo la categorización de la cobertura de uso de suelo se la hizo bajo el siguiente criterio y restricciones Tabla 2:

**Tabla 2.** Restricciones de Uso de Suelo

<b>Uso de Suelo</b>	<b>Restricciones</b>
<b>Comercial</b>	0
<b>Servicios</b>	0
<b>Habitacional</b>	1
<b>Educación</b>	0
<b>Salud</b>	0
<b>Áreas Recreativas</b>	0

El mapa de de Uso de Suelo se encuentra en el Anexo 3, Mapa 2

### 5.1.2 Red Vial

Las vías son un insumo importante en el análisis de restricciones para el modelo, ya que de ellas depende la accesibilidad a los predios. En este caso la Red Vial también será un factor preponderante para la dotación de Servicios Básicos. Se definieron las restricciones según el tipo de material de vía. Los predios asignados con material de piedra y tierra carecen de buena red vial, por lo que este criterio será manejado para que las restricciones con estos atributos sean 1, así se muestra en la siguiente Tabla 3:

**Tabla 3.** Restricciones de Red Vial

<b>Red Vial</b>	<b>Restricciones</b>
<b>Asfalto</b>	0
<b>Adoquín</b>	0
<b>Piedra</b>	1
<b>Tierra</b>	1

El mapa de la Red Vial se encuentra en el Anexo 3, Mapa 3

### 5.1.3 Servicios Básicos

En general el crecimiento del área urbana ha seguido un esquema de fraccionamiento simple del terreno agrícola sin una planificación adecuada. Los factores principales que influyeron en este crecimiento fueron las vías, infraestructura básica y la inversión privada. La inversión del gobierno local se orientó principalmente a extender los servicios de agua potable y vías a las áreas lotizadas. El crecimiento urbano en forma dispersa ha bajado la densidad bruta del área urbana, lo que hace más costoso para el municipio el mantenimiento de la infraestructura existente.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores se encuentra que en la ciudad de Machachi con suelo urbano de 741.36 Ha. no todas ellas tienen el 100 % de servicios de agua potable y alcantarillado.

### 5.1.3.1 Agua Potable

La dotación de este Servicio Básico se ha definido en base a la cobertura de la Red Vial, en donde los predios asignados según el tipo de material de vía, ha permitido definir si el predio posee o no el servicio, es decir, los predios que tienen una vía de tierra tienen una restricción de 1 y los que tienen una vía de asfalto, adoquín y piedra se encuentran dotados de agua potable, por lo que se le ha asignado la restricción de 0, como se muestra en la siguiente Tabla 4:

**Tabla 4.** Restricciones de Agua Potable

<b>Agua Potable</b>	<b>Restricciones</b>
<b>Asfalto</b>	0
<b>Adoquín</b>	0
<b>Piedra</b>	0
<b>Tierra</b>	1

El mapa de Agua Potable se encuentra en el Anexo 3, Mapa 4

### 5.1.3.2 Alcantarillado

Este Servicio Básico al igual que en la cobertura de Agua Potable ha sido definido según la asignación a los predios del tipo de material de la Red Vial, que permitió definir si poseen o no el servicio, es decir, los predios que tienen una vía de piedra y tierra tienen una restricción de 1 y

los que tienen una vía de asfalto y adoquín se le ha asignado la restricción de 0, como se muestra en la siguiente Tabla 5:

**Tabla 5.** Restricciones de Alcantarillado

<b>Alcantarillado</b>	<b>Restricciones</b>
<b>Asfalto</b>	0
<b>Adoquín</b>	0
<b>Piedra</b>	1
<b>Tierra</b>	1

El mapa de Alcantarillado se encuentra en el Anexo 3, Mapa 5

### 5.1.3.3 Energía Eléctrica

Toda el área urbana y urbanizable de este estudio posee el servicio de Energía Eléctrica, por lo que la restricción para toda esta cobertura es 0, como se muestra en la siguiente Tabla 6:

**Tabla 6.** Restricciones de Energía Eléctrica

<b>Energía Eléctrica</b>	<b>Restricciones</b>
<b>Asfalto</b>	0
<b>Adoquín</b>	0
<b>Piedra</b>	0
<b>Tierra</b>	0

El mapa de Energía Eléctrica se encuentra en el Anexo 3, Mapa 6

## 5.2 Variables Socio-Espaciales

### 5.2.1 Unidades de Tratamiento Territorial

La realidad diferenciada de procesos urbanos que caracterizan a la ciudad y que abarcan desde los nuevos desarrollos hasta la situación y

abandono del suelo y de la edificación, ha hecho que se incorpore el concepto de “*tratamientos territoriales urbanísticos*” como forma de enfrentar esa complejidad , y diferencia las políticas y acciones a instrumentar para resolver cada problemática de la dinámica de la ciudad que se expresa en los diversos componentes urbanos y arquitectónicos que han trascendido en el tiempo, y que se constituyen en los elementos estructurantes y de identidad de la ciudad.

Se entenderá por Tratamientos Territoriales a la determinación del sentido de desarrollo físico que deben tener las actuaciones a desarrollarse (habilitación de suelo y edificación), en relación con la necesidad de consolidación, de calidad del espacio y de armonía tipomorfológica de las estructuras urbano territoriales, existentes o a desarrollarse.

Los distintos tipos de actuación se fijarán en áreas que serán delimitadas, en razón de su grado de consolidación, homogeneidad histórico-morfológica y necesidad de equilibrio funcional y de usos. Su territorialización se denominará Unidad de Tratamiento Territorial (UTT) y se ha tomado a cada uno de los barrios que conforman la ciudad de Machachi como una Unidad de Tratamiento Territorial que nos permitirán la asignación de la Densidad Poblacional y del grado de consolidación de la ciudad, es decir del proceso de Ocupación de Suelo. Se determinaron 71 Unidades de Tratamiento Territorial, 69 UTT en área urbana y 2 en área urbanizable.

El mapa de Unidades de Tratamiento Territorial se encuentra en el Anexo 3, Mapa 7

## **5.2.2 Densidad de Población**

### **5.2.2.1 Tendencias de Crecimiento**

El Cantón Mejía comprende una parroquia urbana Machachi, como cabecera cantonal y 7 parroquias rurales: Aloag, Aloasi, Cutuglagua, El Chaupi, Tandapi, Tambillo y Uyumbicho. El 80% de población está ubicado en las parroquias rurales y el 20% en la parroquia Machachi.

El fraccionamiento del terreno en la ciudad puede ser con lote mínimo de 200 A 400 m<sup>2</sup> en su mayoría, con cambio de uso del suelo de agrícola a residencial, la ciudad crece en esquema de pulpo, por las vías principales de comunicación con otros asentamientos y hacia la PANAMERICANA SUR. El crecimiento de la ciudad en altura es insignificante, la altura promedio es de 2 pisos.

Para determinar la tendencia de crecimiento de la ciudad de Machachi es necesario identificar algunos parámetros que serán utilizados en el presente estudio y son los siguientes:

- Distribución de la población
- Tasas de crecimiento
- Número promedio de integrantes por familia

- Densidad neta proyecta en el Plan de Uso y Ocupación del Suelo del Cantón Mejía en el año 2008

La distribución de la población de la parroquia de Machachi en los períodos censales se muestra en la siguiente Tabla 7:

**Tabla 7.** Distribución de la Población

PARROQUIA	1990	2001	2007	2010
<b>Machachi</b>	18.402	22.492	25.240	27623

**Fuente:** Datos censales del INEC.

La variación de la tasa de crecimiento de la parroquia de Machachi en los períodos censales se muestra en la siguiente Tabla 8:

**Tabla 8.** Variación de la Tasa de Crecimiento

PARROQUIA	1990-2001	2001-2007	2007-2010
<b>Machachi</b>	1,8	2,01	2,28

**Fuente:** Datos censales del INEC.

En general, el comportamiento de tasa de crecimiento en el área urbana es estable.

Según los datos del INEC los integrantes promedio por familia es de **3,9 hab/familia**.

Otro dato importante que será utilizado en este estudio es la densidad neta proyectada analizada por el grupo consultor que realizó el Plan de Uso y Ocupación del Suelo del Cantón Mejía año 2008 y que se muestra en la siguiente Tabla 9:

**Tabla 9.** Densidad Neta Proyectada

PARROQUIA	Área total urbana	Población proyectada para el área con 4.4hab/predio	Densidad neta proyectada	% de crecimiento anual
A	ha	hab	hab/ha	%
<b>Machachi</b>	741,36	57085	<b>110,00</b>	2,00

**Fuente:** Plan de Uso y Ocupación del Suelo del Cantón Mejía año 2008, datos del departamento de Catastro.

Estos datos de la Tabla 8 están procesados con un supuesto de que el área urbana estará fraccionada en su totalidad con lotes promedio de 400m<sup>2</sup> excluyendo vías y áreas no urbanizable que representan el 30% del área total urbana; en donde el área urbana tendrá una densidad neta de **110 hab/ha.**

#### 5.2.2.2 Proyección de Población-Modelo de Crecimiento Exponencial

Para el cálculo de la proyección de población hasta el año 2025, se utilizo la siguiente fórmula:

$$P_{i+n} = P_i(1+T_c)^n$$

$P_i$ =Población inicial

$P_{i+n}$ =Población final

$T_c$ =Tasa de crecimiento promedio

$n$ =número de periodos que hay entre  $P_i$  y  $P_{i+n}$



Que corresponde a un crecimiento exponencial con factor constante y sólo debe usarse para número de periodos cortos, ya que en cuestiones de población es improbable que se mantengan constante determinada tasa de crecimiento. (PROYECCIÓN DE POBLACIÓN)

La proyección de población al año 2025 para Machachi se muestra en la siguiente Tabla 10:

**Tabla 10.** Proyección de Población

<b>PARROQUIA</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>
<b>Machachi</b>	27623	30918	34608	38737

Después de haber identificado y analizado los parámetros anteriores se procedió a realizar varios cálculos para determinar la densidad poblacional real por unidad de tratamiento territorial y que se describe a continuación:

1. Se determinó los m<sup>2</sup> que un habitante debe utilizar y es óptimo según criterios de los profesionales y con datos extraídos de la cartografía catastral a escala 1:1000 (cobertura de construcciones por UTT), es preciso mencionar que se realizó el cálculo con número de pisos de cada construcción como se muestra en la Tabla 11:

**Tabla 11.** Área de construcción por UTT

UTT	sig_clav	area	N_PISOS	AREA_PISOS
UTT28	1-1	107,05	1	107,05
UTT28	1-1	146,91	1	146,91
UTT28	1-1	65,33	1	65,33
UTT28	1-1	119,92	1	119,92
UTT28	1-1	63,50	1	63,50
UTT28	1-1	3,84	1	3,84
UTT28	1-1	129,27	1	129,27
UTT28	1-1	36,00	1	36,00
UTT28	1-1	77,60	1	77,60
UTT28	1-1	2,20	1	2,20
UTT28	1-2	110,98	2	221,97
UTT28	1-2	114,08	2	228,15
UTT28	1-2	84,30	2	168,60
UTT28	2-1	15,75	1	15,75
UTT28	2-1	13,50	1	13,50
UTT28	2-2	87,52	2	175,05
UTT28	3-1	14,98	1	14,98
UTT28	3-2	150,00	2	299,99
UTT28	4-1	9,00	1	9,00
<b>ÁREA TOTAL</b>				<b>1898,60</b>

Área total de construcción = 773047,95 m<sup>2</sup> (De toda el área en estudio)

Número de habitantes 2010 = 27623

Área de construcción por habitante = 28 m<sup>2</sup>/hab

***Área de construcción por habitante = Área total de construcción/***

***Número de habitantes 2010***

Incluso con este dato se pudo determinar el área de construcción y de terreno óptimo para una familia de 3,9 integrantes promedio.

***Área de construcción por familia = 28 m<sup>2</sup>/hab \* 3,9 hab/familia = 109 m<sup>2</sup>/familia (Área de construcción óptima en que puede vivir una familia)***

Con el dato antes mencionado en la Tabla 9 de la densidad neta proyectada de 110 hab/ha se obtuvo:

***Área de terreno por familia = 10000 m<sup>2</sup> /110 (hab/ha) =91 m<sup>2</sup>/hab \* 3,9 = 355 m<sup>2</sup> (Área de terreno óptimo en que puede vivir una familia)***

2. Se calculó el área de construcción por UTT según la información catastral a escala 1:1000.
3. Se calculó los habitantes por UTT.

***Habitantes/UTT = Área de construcción por UTT/ Área de construcción por habitante***

4. Se calculó el área de terreno por UTT.
5. Se determinó la Densidad Poblacional por UTT, según los datos obtenido anteriormente como se muestra en la Tabla 12:

Tabla 12. Densidad Poblacional por UTT

UTT	AREA_ UTT/m2 (ÁREA CONST RUIDA)	ÁREA_CONST RUCCIÓN / HABITANTE (m2/hab)	HABITANTES/ UTT	AREA_ UTT/HA	DENSIDAD POBLACIONAL (hab/ha)
UTT1	8371,17	28	299,12	3,56	84,13
UTT10	0	28	0,00	0,86	0,00
UTT11	0	28	0,00	1,20	0,00
UTT12	4007,40	28	143,19	1,12	127,38
UTT13	0,00	28	0,00	1,29	0,00
UTT14	2539,68	28	90,75	1,22	74,46
UTT15	3026,88	28	108,16	1,30	83,42
UTT16	3681,20	28	131,54	1,35	97,35
UTT17	13203,24	28	471,79	1,41	334,83
UTT18	15436,63	28	551,59	1,83	302,09
UTT19	9299,63	28	332,30	1,99	166,81
UTT2	194,43	28	6,95	8,01	0,87
UTT20	12825,90	28	458,30	2,14	214,26
UTT21	20179,93	28	721,08	2,20	328,07
UTT22	17683,22	28	631,87	2,46	256,71
UTT23	5747,22	28	205,36	2,37	86,70
UTT24	19856,48	28	709,52	2,32	306,26
UTT25	4319,13	28	154,33	2,80	55,20
UTT26	7167,47	28	256,11	2,53	101,23
UTT28	1898,60	28	67,84	2,57	26,39
UTT29	2864,08	28	102,34	2,67	38,36
UTT3	22999,60	28	821,84	11,91	69,02
UTT30	6593,16	28	235,59	2,86	82,47
UTT31	10753,75	28	384,26	2,80	137,20
UTT32	1906,84	28	68,14	3,29	20,74
UTT33	16613,73	28	593,65	3,46	171,62
UTT34	11026,03	28	393,99	3,60	109,56
UTT35	1876,92	28	67,07	3,72	18,01
UTT36	25758,02	28	920,40	3,31	278,14
UTT37	23510,52	28	840,09	3,75	224,18
UTT38	34993,80	28	1250,42	3,79	329,59

<b>UTT39</b>	25874,6 3	28	924,57	3,81	242,43
<b>UTT4</b>	10106,5 0	28	361,13	23,11	15,63
<b>UTT40</b>	15424,4 8	28	551,16	3,69	149,45
<b>UTT41</b>	16582,6 8	28	592,54	4,07	145,60
<b>UTT42</b>	4233,12	28	151,26	4,91	30,78
<b>UTT43</b>	23904,8 9	28	854,18	5,39	158,48
<b>UTT44</b>	19715,4 1	28	704,48	5,55	126,98
<b>UTT45</b>	646,24	28	23,09	5,64	4,09
<b>UTT46</b>	22440,9 5	28	801,87	6,15	130,43
<b>UTT47</b>	3656,71	28	130,66	7,72	16,92
<b>UTT48</b>	16449,0 1	28	587,77	8,19	71,75
<b>UTT49</b>	8402,62	28	300,25	5,92	50,73
<b>UTT5</b>	14563,4 9	28	520,39	28,09	18,53
<b>UTT50</b>	39417,9 9	28	1408,51	8,31	169,43
<b>UTT51</b>	1021,31	28	36,49	10,68	3,42
<b>UTT52</b>	17140,4 4	28	612,47	11,82	51,84
<b>UTT53</b>	6732,81	28	240,58	12,85	18,72
<b>UTT54</b>	20097,5 6	28	718,14	12,68	56,65
<b>UTT55</b>	14392,2 7	28	514,27	14,46	35,57
<b>UTT56</b>	4471,77	28	159,79	13,26	12,05
<b>UTT57</b>	8193,91	28	292,79	15,10	19,39
<b>UTT58</b>	10851,5 5	28	387,75	16,79	23,10
<b>UTT59</b>	19427,8 0	28	694,21	16,66	41,66
<b>UTT6</b>	21094,5 2	28	753,76	37,09	20,32
<b>UTT60</b>	6372,21	28	227,70	11,34	20,08
<b>UTT61</b>	21442,6 4	28	766,20	18,24	42,00
<b>UTT62</b>	17159,9 8	28	613,17	20,63	29,72
<b>UTT63</b>	1888,56	28	67,48	14,08	4,79
<b>UTT64</b>	12965,2 3	28	463,28	22,68	20,43
<b>UTT65</b>	8625,29	28	308,20	31,59	9,76
<b>UTT66</b>	0,00	28	0,00	23,52	0,00
<b>UTT67</b>	15208,9 3	28	543,45	27,57	19,71
<b>UTT68</b>	3741,11	28	133,68	1,09	122,41
<b>UTT69</b>	22833,3	28	815,89	42,22	19,33

0					
<b>UTT7</b>	2680,43	28	95,78	0,29	330,27
<b>UTT70</b>	0,00	28	0,00	20,44	0,00
<b>UTT71</b>	0,00	28	0,00	79,17	0,00
<b>UTT8</b>	4827,82	28	172,51	0,63	272,81
<b>UTT9</b>	2125,16	28	75,94	0,80	94,36

Bajo los criterios de arquitectura y urbanismo de Ocupación del Suelo que se muestra en la Tabla 13 y con la densidad neta proyectada de la Tabla 9 se obtuvieron los rangos para obtener el mapa de Densidad Poblacional.

**Tabla 13.** % de Ocupación de Suelo

<b>OCUPACIÓN DEL SUELO</b>	<b>%</b>	<b>Densidad neta proyectada (hab/ha)</b>	<b>Rango de densidad poblacional (hab/ha)</b>
<b>Consolidado</b>	70-100	110	76-110 Alta
<b>En Proceso</b>	40 – 69	110	43 – 76 Media
<b>No Consolidado</b>	0 – 39	110	0 – 43 Baja

El mapa de Densidad Poblacional se encuentra en el Anexo 3, Mapa 8

En esta cobertura se utilizó las restricciones que se muestra en la Tabla 14:

**Tabla 14.** Restricciones de Densidad Poblacional

<b>Rango de densidad poblacional (hab/ha)</b>	<b>Restricciones</b>
<b>Mayor a 110</b>	0
<b>76 – 110 Alta</b>	0
<b>43 – 76 Media</b>	1
<b>0 – 43 Baja</b>	1

### 5.2.3 Ocupación del Suelo

La definición de Tratamientos Territoriales conoce tres tipos de estructuras territoriales: consolidadas, en consolidación y futuro desarrollo (no consolidadas). Estas estructuras se diferencian por la asignación de usos, tipologías edilicias y niveles de intensidad de ocupación del suelo.

La Ocupación del Suelo se determinó en base al % de ocupación señalado en la Tabla 13, y al análisis de los habitantes óptimos y existentes en cada unidad de tratamiento territorial como se muestra en la Tabla 15:

**Tabla 15.** Ocupación de Suelo por UTT

UTT	AREA _HA	DENSIDAD NETA PROYECTA DA (hab/ha)	HAB OPTIMOS	HAB_UTT	% PROCE SO	PROCESO
UTT1	3,56	110,00	391,11	299,12	76,48	CONSOLID ADO
UTT10	0,86	110,00	94,28	0,00	0,00	NO CONSOLID ADO
UTT11	1,20	110,00	132,43	0,00	0,00	NO CONSOLID ADO
UTT12	1,12	110,00	123,66	143,19	115,80	CONSOLID ADO
UTT13	1,29	110,00	142,01	0,00	0,00	NO CONSOLID ADO
UTT14	1,22	110,00	134,06	90,75	67,69	EN PROCESO
UTT15	1,30	110,00	142,62	108,16	75,84	CONSOLID ADO
UTT16	1,35	110,00	148,64	131,54	88,50	CONSOLID ADO
UTT17	1,41	110,00	155,00	471,79	304,39	CONSOLID ADO
UTT18	1,83	110,00	200,85	551,59	274,62	CONSOLID ADO
UTT19	1,99	110,00	219,13	332,30	151,64	CONSOLID ADO

<b>UTT2</b>	8,01	110,00	881,58	6,95	0,79	NO CONSOLID ADO
<b>UTT20</b>	2,14	110,00	235,29	458,30	194,79	CONSOLID ADO
<b>UTT21</b>	2,20	110,00	241,77	721,08	298,25	CONSOLID ADO
<b>UTT22</b>	2,46	110,00	270,76	631,87	233,37	CONSOLID ADO
<b>UTT23</b>	2,37	110,00	260,55	205,36	78,82	CONSOLID ADO
<b>UTT24</b>	2,32	110,00	254,84	709,52	278,42	CONSOLID ADO
<b>UTT25</b>	2,80	110,00	307,56	154,33	50,18	EN PROCESO
<b>UTT26</b>	2,53	110,00	278,31	256,11	92,03	CONSOLID ADO
<b>UTT27</b>	2,57	110,00	282,77	67,84	23,99	NO CONSOLID ADO
<b>UTT28</b>	2,67	110,00	293,50	102,34	34,87	NO CONSOLID ADO
<b>UTT3</b>	11,91	110,00	1309,75	821,84	62,75	CONSOLID ADO
<b>UTT30</b>	2,86	110,00	314,23	235,59	74,97	CONSOLID ADO
<b>UTT31</b>	2,80	110,00	308,07	384,26	124,73	CONSOLID ADO
<b>UTT32</b>	3,29	110,00	361,37	68,14	18,85	NO CONSOLID ADO
<b>UTT33</b>	3,46	110,00	380,50	593,65	156,02	CONSOLID ADO
<b>UTT34</b>	3,60	110,00	395,56	393,99	99,60	CONSOLID ADO
<b>UTT35</b>	3,72	110,00	409,64	67,07	16,37	NO CONSOLID ADO
<b>UTT36</b>	3,31	110,00	364,01	920,40	252,85	CONSOLID ADO
<b>UTT37</b>	3,75	110,00	412,22	840,09	203,80	CONSOLID ADO
<b>UTT38</b>	3,79	110,00	417,32	1250,42	299,63	CONSOLID ADO
<b>UTT39</b>	3,81	110,00	419,51	924,57	220,39	CONSOLID ADO
<b>UTT4</b>	23,11	110,00	2542,16	361,13	14,21	NO CONSOLID ADO
<b>UTT40</b>	3,69	110,00	405,67	551,16	135,86	CONSOLID ADO
<b>UTT41</b>	4,07	110,00	447,66	592,54	132,36	CONSOLID ADO
<b>UTT42</b>	4,91	110,00	540,62	151,26	27,98	NO CONSOLID ADO
<b>UTT43</b>	5,39	110,00	592,88	854,18	144,07	CONSOLID



						ADO
<b>UTT44</b>	5,55	110,00	610,28	704,48	115,44	CONSOLID ADO
<b>UTT45</b>	5,64	110,00	620,94	23,09	3,72	NO CONSOLID ADO
<b>UTT46</b>	6,15	110,00	676,26	801,87	118,58	CONSOLID ADO
<b>UTT47</b>	7,72	110,00	849,23	130,66	15,39	NO CONSOLID ADO
<b>UTT48</b>	8,19	110,00	901,17	587,77	65,22	EN PROCESO
<b>UTT49</b>	5,92	110,00	651,10	300,25	46,11	EN PROCESO
<b>UTT5</b>	28,09	110,00	3089,45	520,39	16,84	NO CONSOLID ADO
<b>UTT50</b>	8,31	110,00	914,45	1408,51	154,03	CONSOLID ADO
<b>UTT51</b>	10,68	110,00	1174,73	36,49	3,11	NO CONSOLID ADO
<b>UTT52</b>	11,82	110,00	1299,73	612,47	47,12	EN PROCESO
<b>UTT53</b>	12,85	110,00	1413,39	240,58	17,02	NO CONSOLID ADO
<b>UTT54</b>	12,68	110,00	1394,52	718,14	51,50	EN PROCESO
<b>UTT55</b>	14,46	110,00	1590,39	514,27	32,34	NO CONSOLID ADO
<b>UTT56</b>	13,26	110,00	1458,10	159,79	10,96	NO CONSOLID ADO
<b>UTT57</b>	15,10	110,00	1661,23	292,79	17,62	NO CONSOLID ADO
<b>UTT58</b>	16,79	110,00	1846,41	387,75	21,00	NO CONSOLID ADO
<b>UTT59</b>	16,66	110,00	1832,89	694,21	37,87	NO CONSOLID ADO
<b>UTT6</b>	37,09	110,00	4079,75	753,76	18,48	NO CONSOLID ADO
<b>UTT60</b>	11,34	110,00	1247,42	227,70	18,25	NO CONSOLID ADO
<b>UTT61</b>	18,24	110,00	2006,76	766,20	38,18	NO CONSOLID ADO
<b>UTT62</b>	20,63	110,00	2269,30	613,17	27,02	NO CONSOLID ADO

<b>UTT63</b>	14,08	110,00	1548,99	67,48	4,36	NO CONSOLIDADO
<b>UTT64</b>	22,68	110,00	2494,66	463,28	18,57	NO CONSOLIDADO
<b>UTT65</b>	31,59	110,00	3474,68	308,20	8,87	NO CONSOLIDADO
<b>UTT66</b>	23,52	110,00	2587,26	0,00	0,00	NO CONSOLIDADO
<b>UTT67</b>	27,57	110,00	3032,72	543,45	17,92	NO CONSOLIDADO
<b>UTT68</b>	1,09	110,00	120,13	133,68	111,28	CONSOLIDADO
<b>UTT69</b>	42,22	110,00	4644,06	815,89	17,57	NO CONSOLIDADO
<b>UTT7</b>	0,29	110,00	31,90	95,78	300,25	CONSOLIDADO
<b>UTT70</b>	20,44	110,00	2247,97	0,00	0,00	NO CONSOLIDADO
<b>UTT71</b>	79,17	110,00	8708,61	0,00	0,00	NO CONSOLIDADO
<b>UTT8</b>	0,63	110,00	69,56	172,51	248,01	CONSOLIDADO
<b>UTT9</b>	0,80	110,00	88,53	75,94	85,78	CONSOLIDADO

El mapa de Ocupación de Suelo se encuentra en el Anexo 6, Mapa 9

En esta cobertura se utilizó las restricciones que se muestra en la Tabla 16:

**Tabla 16.** Restricciones de Ocupación de Suelo

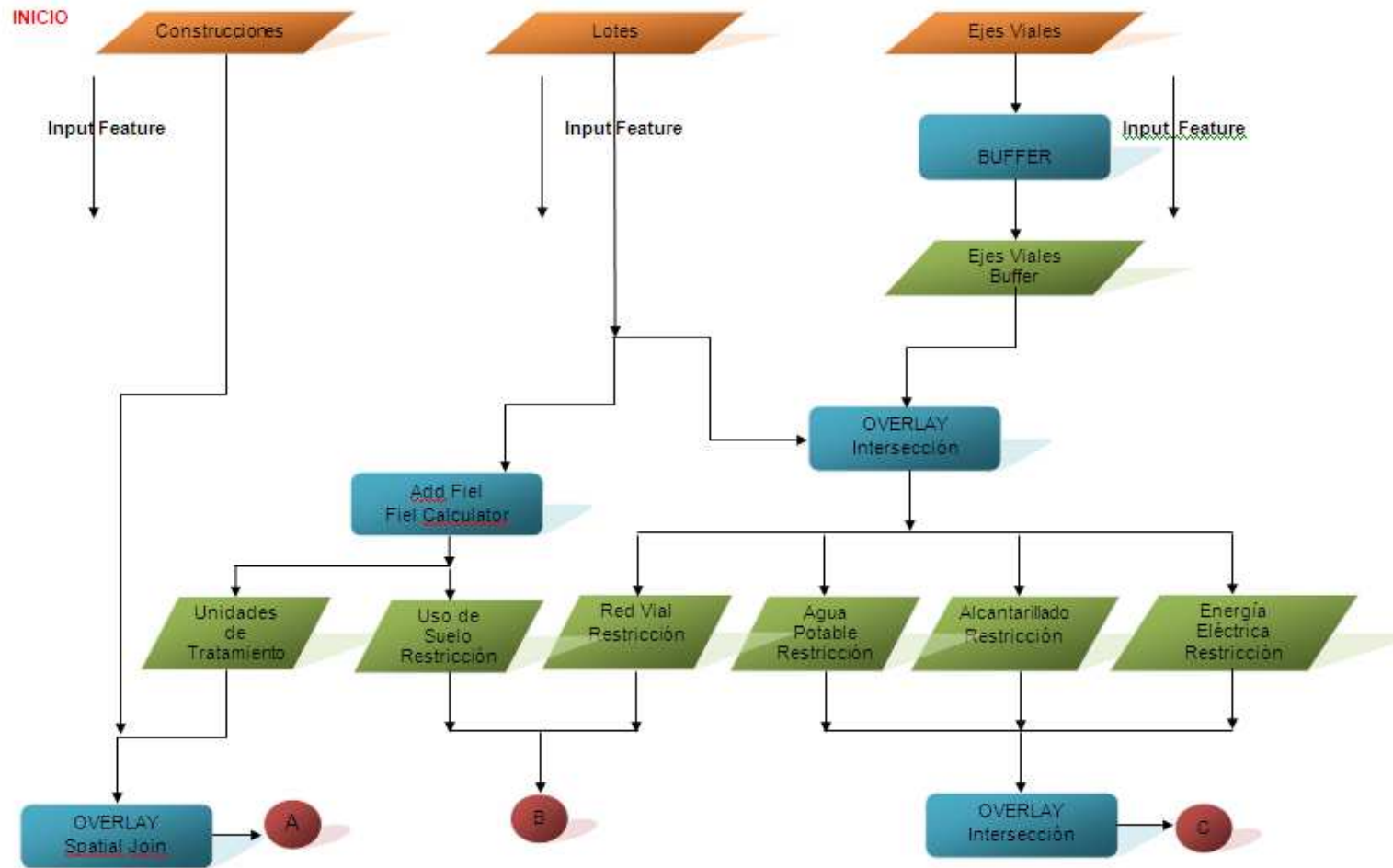
<b>Proceso</b>	<b>Restricciones</b>
<b>Consolidado</b>	0
<b>En proceso</b>	1
<b>No Consolidado</b>	1

## **6. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO CARTOGRÁFICO DE CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE MACHACHI, PARA LA PLANIFICACIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS**

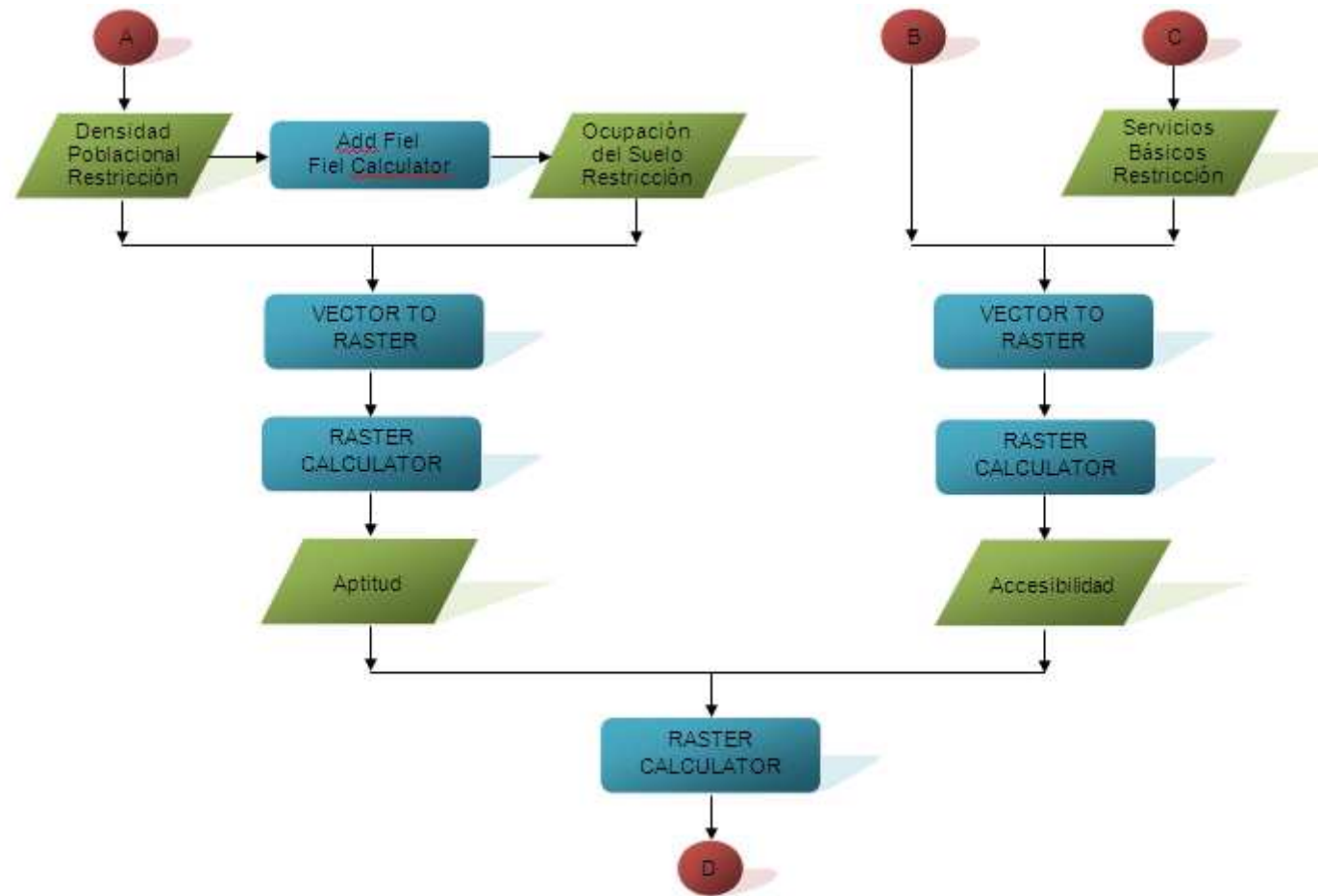
El Modelado espacial o cartográfico es la generación de modelos a partir de la aplicación de tecnología SIG, cada vez son más las disciplinas que no dejan pasar la oportunidad de incorporar las posibilidades de análisis y gestión que con la tecnología SIG se introducen, su aportación en los procesos generales de formación de modelos (entendiéndose a estos como una simplificación y abstracción de la realidad) ha sido, y continua siendo, una de sus características más identificativas.

Los SIG facilitan la integración de la información representando los fenómenos de un modo más cercano a la realidad, por lo que la tecnología SIG pone a nuestro servicio la posibilidad de tomar nuestras decisiones en función y controlando, las distintas variables que, de hecho intervienen en la vida misma.

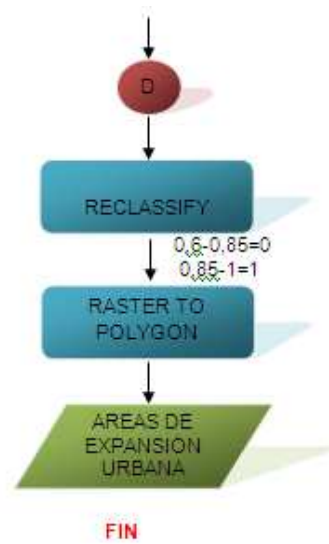
### **6.1 Modelo Cartográfico**



Continúa →



Continúa →



**Figura 21.** Modelo Cartográfico

## **6.2 Integración de los Criterios**

### **Análisis Espacial**

Es un conjunto de técnicas que facilitan el análisis de variables (criterios) para obtener alternativas y facilitar la toma de decisiones.

En este análisis se ha tomado en cuenta conceptos, métodos y herramientas para que, una vez obtenidos los resultados parciales, sean evaluados, y finalmente, de acuerdo a varios criterios obtener un resultado final.

En este proyecto se ha aplicado el análisis espacial, basado fundamentalmente en la integración (superposición) cartográfica en relación con criterios de ponderación. Esto es, a partir de pesos y valores se especifica la importancia, limitación y afinidad de cada variable en el modelo. Se ha realizado el modelado cartográfico propio de los SIGs, pues estos se obtienen cuando “se integra en una secuencia lógica una serie de capas de información, operaciones del SIG topológicas y temáticas y juicios de valor, con el fin de buscar soluciones a determinados problemas de carácter espacial.” (BARREDO, 1996)

Con la finalidad de dotar al proceso de asignación de pesos y valores de la mayor objetividad posible, la participación de un equipo

multidisciplinar fue imprescindible. Sólo a partir de este se consigue equilibrar la importancia otorgada a los distintos aspectos.

### **Ponderación**

Permite definir el grado de importancia, puesto que entre los criterios analizados esta difiere. Esto se debe a la incidencia que puede tener cada criterio en la población y en el territorio. “Cuanto más elevado es el valor asignado al peso más importante es el criterio en el sistema global (Barba – Romero 1997)”

Para definir el orden o importancia de cada una de las restricciones, se trabajó con el equipo multidisciplinar y se muestra en la siguiente Tabla 17 y Tabla 18:

**Tabla 17.** Ponderación del criterio de acuerdo al orden (importancia) para obtener el Mapa de Accesibilidad

<b>Criterios</b>	<b>Pesos</b>
<b>Uso de Suelo</b>	0,2
<b>Red Vial</b>	0,3
<b>Servicios Básicos</b>	0,5

**Tabla 18.** Ponderación del criterio de acuerdo al orden (importancia) para obtener el Mapa de Aptitud

<b>Criterios</b>	<b>Pesos</b>
<b>Densidad de Población</b>	0,6
<b>Ocupación de Suelo</b>	0,4

En cada criterio fue aplicado el peso de la importancia que tiene dentro del análisis, esto dio como resultado el Mapa de Accesibilidad y Aptitud, en



donde se realizó una ponderación más para obtener las Áreas de Crecimiento Urbano, que se muestra en la Tabla 19:

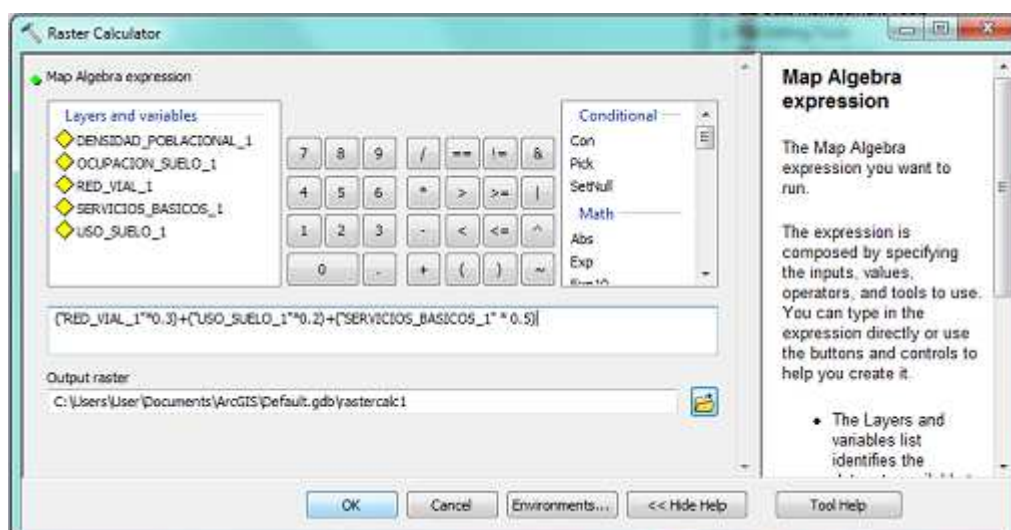
**Tabla 19.** Ponderación del criterio de acuerdo al orden (importancia para obtener el Mapa de Áreas de Crecimiento Urbano)

<b>Productos</b>	<b>Pesos</b>
<b>Accesibilidad</b>	0,6
<b>Aptitud</b>	0,4

### **Integración de Restricciones**

Se realizó el álgebra de los mapas obtenidos con valores de 0 (no válidos) y 1 (válidos) que fueron plasmados en las respectivas coberturas de geoinformación y transformadas en formato raster, generados con el valor de la restricción de cada capa temática y con sus respectivas ponderaciones.

La herramienta Raster Calculator permitió integrar los criterios (restricciones) para dar como resultado el Mapa de Accesibilidad y el Mapa de Aptitud y finalmente con los 2 resultados obtener el Mapa de Áreas de Crecimiento Urbano para la Planificación de Servicios Básicos:



**Figura 22.** Herramienta Raster Calculator

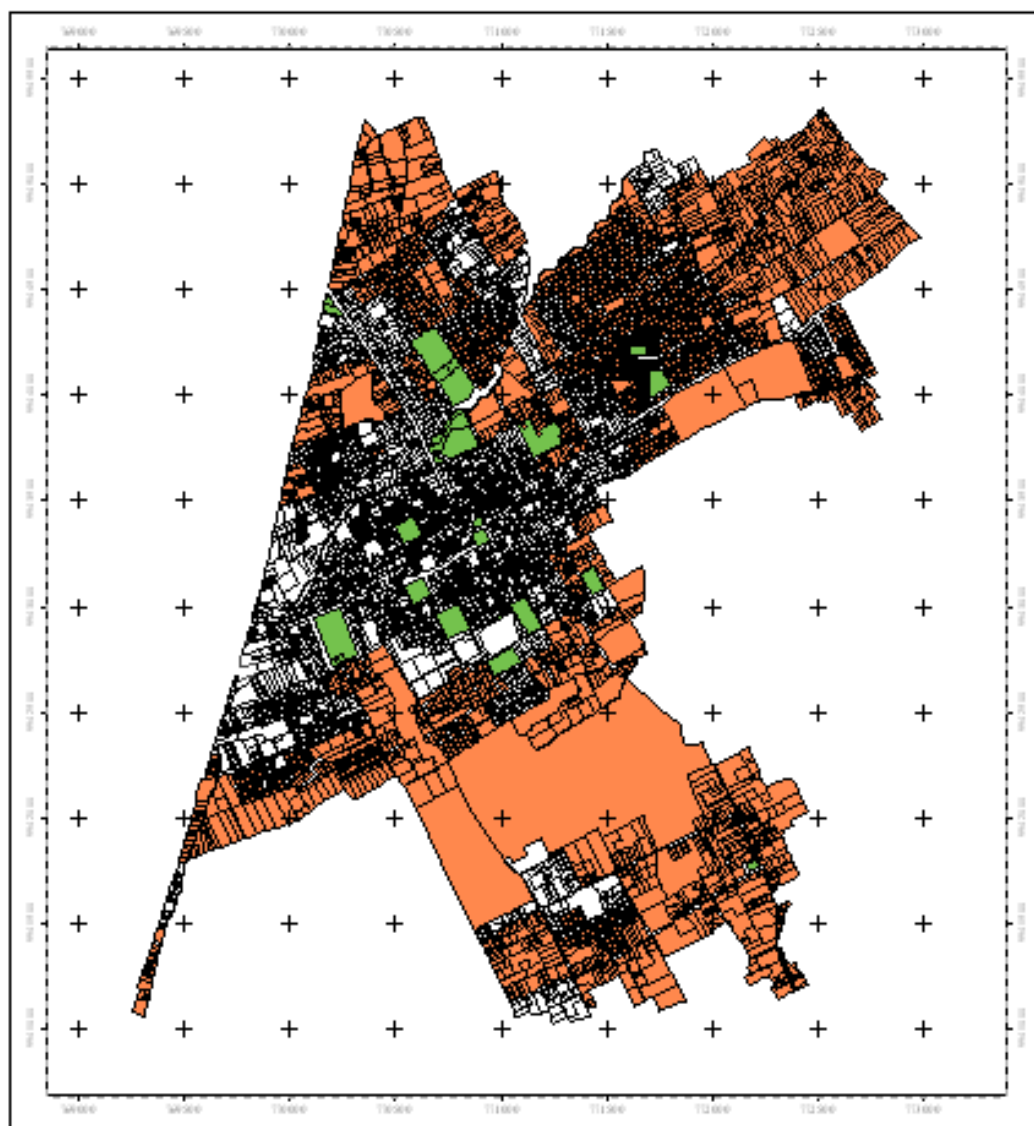
El mapa de Accesibilidad se encuentra en el Anexo 3, Mapa 10

El mapa de Aptitud se encuentra en el Anexo 3, Mapa 11

El mapa de Áreas de Crecimiento Urbano para la Planificación de Servicios Básicos se encuentra en el Anexo 3, Mapa 12

### **6.3 Procesamiento y Análisis de los resultados**

Posteriormente se transformó el raster resultante a vector, mediante la herramienta *Raster to Polígono*, en donde se encuentran los polígonos con registro 1 (uno), es decir los resultados positivos o aptos para el Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi, como se muestra en la Figura 23.



**Figura 23.** Áreas de Crecimiento Urbano

Para determinar el tiempo en que el área de crecimiento urbano resultado de este estudio será poblada, se tiene como datos los siguientes:

Área de Crecimiento Urbano= 4618296,82 m<sup>2</sup>

Área de terreno y construcción por habitante= 91 m<sup>2</sup>/hab

De donde:

*Habitantes a poblar el Área de Crecimiento Urbano= Área de Crecimiento Urbano/ Área de terreno y construcción por habitante*

Habitantes a poblar el Área de Crecimiento Urbano=50750 hab

En base a la proyección de población se determinó que toda el área de crecimiento urbano, será poblada en 45 años, por lo que estos predios podrán albergar el número de habitantes antes mencionado, de acuerdo a los criterios analizados.

Por lo tanto, la municipalidad debe estar preparada para ir dotando paulatinamente de servicios básicos a las áreas que podrán ser incorporadas por quinquenios.

El mapa de Áreas de Crecimiento Urbano para la Planificación de Servicios Básicos se encuentra en el Anexo 3, Mapa 12

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 CONCLUSIONES

- La datos resultantes son confiables, en función de la información cartográfica catastral proporcionada por la Dirección de Geomática - GAD Municipal del Cantón Mejía.
- Los criterios identificados como son el Uso de Suelo, la Red Vial, los Servicios Básicos (Agua Potable, Alcantarillado y Energía Eléctrica), la Densidad Poblacional y la Ocupación de Suelo, después de un proceso de análisis de restricciones ponderadas, permitieron obtener las áreas de crecimiento urbano de la ciudad de Machachi para la planificación de servicios básicos.
- Se consideraron Zonas de Uso Restringido más representativas como son Salud, Educación, Servicios, Áreas Recreativas y Propiedades Municipales.
- Al no disponer de datos de densidad poblacional del INEC, al momento de la realización del estudio, se hicieron los cálculos de densidad poblacional en base a la información disponible del catastro de Mejía.

- Se generó la Geodatabase del área de estudio, de acuerdo al diseño de un modelo conceptual, lógico y físico, donde se elaboró el flujograma y el diccionario de datos, para la obtención del Modelo Cartográfico.
- El Modelo Cartográfico generado, permitió obtener las Áreas de Crecimiento Urbano de la Ciudad de Machachi.
- Se determinó que la disponibilidad de área vacante para el crecimiento urbano es de 461,82 Ha, lo que significa que el límite urbano existente abarca un área suficiente para un crecimiento a largo plazo, permitiendo la subdivisión de lotes de 400m<sup>2</sup> y en 45 años se obtendría, ocupar el espacio disponible actualmente.
- En general, se concluyó, que el crecimiento urbano ha seguido un esquema de fraccionamiento simple del terreno agrícola sin una planificación adecuada. Como resultado de este crecimiento, el área urbana tiene carácter disperso de espacios urbanos, conflictividad vial y de servicios básicos.

## **7.2 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que la base de datos geográfica catastral deben ser actualizada para mejores resultados.

- Se recomienda integrar el criterio de riesgos naturales para obtener mejores resultados y de esta manera acercarse más a la realidad del territorio.
- Se recomienda actualizar la base de datos geográfica, en lo que respecta al atributo de Uso Actual de Suelo.
- Se recomienda obtener y utilizar información de densidad poblacional que proporcione el INEC.
- Se recomienda utilizar los estándares de la Norma ISO19152 para Catastro “Land Administration Domain Model”(LADM), para la generación de posteriores Geodatabases.
- Se recomienda mantener el Modelo Cartográfico como está establecido para ser aplicable y adaptable para las demás parroquias, ya que fue desarrollado con la información básica y, de ser necesario incorporar nuevos criterio.
- Se recomienda auspiciar la implementación y desarrollo de la modalidad de construcción de “conjuntos habitacionales” que generen densidades altas, frente al desarrollo de vivienda unifamiliar existente.

- Se recomienda la ordenación del suelo, mediante el modelo territorial propuesto, a fin de orientar las futuras estrategias de áreas de incorporación de crecimiento urbano, sujetándose a la provisión de servicios básicos, a la habilitación y terminación de vías y a la correcta prestación de servicios de recolección de basura, protección de los causes, bordes de ríos y quebradas.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antúnez, I., & Galilea, S. (Septiembre de 2003). Instrumentos y Estrategias de gestión urbana para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe. Recuperado el 2014, de <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/5/13885/lcl1968e.pdf>

García, L., & Ojalvaro, D. (2009). Monografía para Especialista en Medio Ambiente y Geoinformática. Recuperado el 2014, de <http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/57/1/DisenoMmodeloDatosGeografico%20.pdf>

MUNICIPIO. (2005). Plan de Desarrollo Estratégico de Mejía. Machachi.

MUNICIPIO. (2011). Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial del Cantón Mejía. Machachi.

MUNICIPIO. (2008). Plan de Uso y Ocupación del suelo del Cantón Mejía. Machachi.

PROYECCIÓN DE POBLACIÓN. (s.f.). Recuperado el 2014, de [http://www.academia.edu/1471987/METODOS\\_de\\_PROYECCION\\_de\\_POBLACION](http://www.academia.edu/1471987/METODOS_de_PROYECCION_de_POBLACION)

Sparks, G. (s.f.). Modelo Lógico. Recuperado el 2014, de Introducción UML: <http://www.sparxsystems.com.ar>

UNIVERSIDAD DE GRANADA. (s.f.). Diseño Conceptual. Granada.